Postverlagsort Leipzig

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

HERAUSGEGEBEN VON
ARNOLD BERLINER
UNTER BESONDERER MITWIRKUNG VON HANS SPEMANN IN FREIBURG I. BR.

ORGAN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND ÄRZTE
UND
ORGAN DER KAISER WILHELM-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN

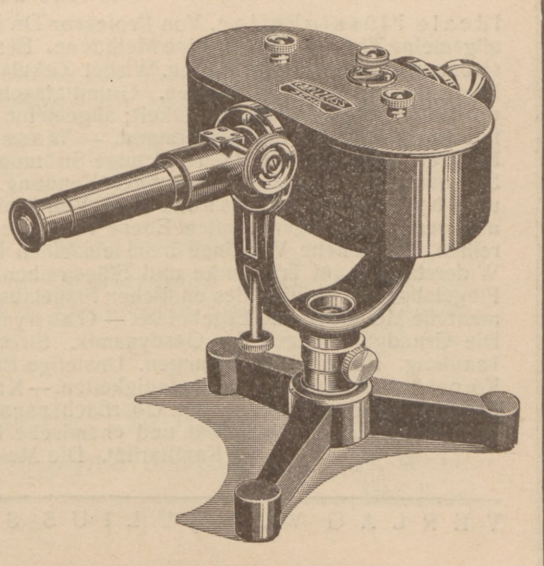
VERLAG VON JULIUS SPRINGER IN BERLIN W 9

HEFT 11 (SEITE 249—272) 18. MÄRZ 1927 FÜNFZEHNTER JAHRGANG

INHALT:

Das Zeiss-Planetarium. Von H. v. KLÜBER, Berlin. (Mit 5 Figuren) 249
Zum siebzigsten Geburtstag von Edmund B. Wilson. Von CURT HERBST, Heidelberg 257
Wege und Triebkräfte organischer Entfaltung. Von E. HENNIG, Tübingen 260
Pflanzenwachstum und Bodenreaktion. Von O. ARRHENIUS, Stockholm 263
ZUSCHRIFTEN:
Berichtigung zu dem Aufsatz von G. Sachs: Beitrag zum Härteproblem. Von L. PRANDTL, Göttingen. (Mit 1 Figur) 265
Zur Frage der Halbzahligkeit des Oszillationstermes. Von ELIS. WOLDERING, Münster i. W. 265
Lichtbrechungsbestimmungen an den Erdalkaliverbindungen mit O, S, Se und Te. Von K. SPANGENBERG, Kiel 266
Über das Bogenspektrum des Germaniums. Von C. RICHTER, Bonn 266
Parameterbestimmung mit Hilfe der optischen Eigenschaften der Krystalle. Von EGIL A. HYLLERAAS, Göttingen 266
Besteht ein Zusammenhang zwischen der Undurchdringlichkeit materieller Teilchen und dem „PAULI-Verbot“? (Ein Widerruf.) Von P. EHRENFEST, Leiden 268

Fortsetzung des Inhaltsverzeichnisses siehe II. Umschlagseite!



Fortsetzung des Inhaltsverzeichnisses!

GESELLSCHAFT FÜR ERDKUNDE ZU BERLIN. Leben und Landschaft auf der Insel Kreta. Reise zu den Troglodyten des tripolitanischen Djebels 268
BESPRECHUNGEN:
PIA, JULIUS, Pflanzen als Gesteinsbilder. (Ref.: R. Mansfeld, Berlin-Dahlem) 270
WALTER, HEINRICH, Die Anpassungen der Pflanzen an Wassermangel. Das Xerophytenproblem in kausal-physiologischer Betrachtung. (Ref.: P. Stark, Breslau) 270
UNGERER, E., Die Regulationen der Pflanzen. (Ref.: A. Th. Czaja, Berlin-Dahlem) 271
LORCH, W., Die Torf- und Lebermoose. BRAUSE †, G., Die Farnpflanzen. (Ref.: L. Loeske, Berlin) 271
STOPPEL, ROSE, Pflanzenphysiologische Studien. (Ref.: P. Stark, Breslau) 272
FRIESE, H., Die Bienen, Wespen, Grab- und Goldwespen. (Ref.: Albrecht Hase, Berlin-Dahlem) 272
SCHMEIL, O., Lehrbuch der Zoologie für höhere Lehranstalten, die Hand des Lehrers und für alle Freunde der Natur. 47. Auflage. (Ref.: G. Weißhuhn, Berlin) 272

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Fünfzehnter Jahrgang 18. März 1927 Heft 11

Das Zeiss-Planetarium.

Von H. v. KLÜBER, Berlin.

(Aus dem Astrophysikalischen Observatorium Potsdam.)

Um die Mitte des 16. Jahrhunderts hatte COPERNICUS jenes Weltbild der näheren Umgebung unserer Erde im Kosmos geschaffen, das uns bis auf den heutigen Tag ein unumstößlicher Besitz unserer Weltanschauung geblieben ist. Der relativ einfache Aufbau unseres Planetensystems gab damals sehr bald Anlaß, es in vielerlei Weise zeichnungs- und modellmäßig darzustellen, und Jahrhunderte hindurch haben Mathematiker und Mechaniker von hohem Talent sich daran versucht, bewegliche Modelle unseres Sonnensystems zu schaffen, die die relativen Größen- und Bewegungsverhältnisse der Himmelskörper in teilweise sehr kunstvollen mechanischen Nachbildungen richtig wiedergeben sollten. Wer einmal das Straßburger Münster besucht hat, erinnert sich gewiß der berühmten astronomischen Uhr, SCHWILGUÈS großes Meisterwerk, das dort seit Neujahr 1843 ständig im Gange ist und das in einem kleinen Planetarium die Bewegung einer Anzahl von Planeten und des Erdmondes richtig zeigt, sogar Sonnen- und Mondfinsternisse im richtigen Zeitpunkte automatisch wiedergibt. Durch kleine Kugeln werden die Planeten in ihrer gegenseitigen Lage zur Sonne dargestellt, und ein kunstvolles, aus komplizierten Zahn- und Kurvenrädern konstruiertes Uhrwerk besorgt die relative, richtige Bewegung dieser Modellweltkörper[1]).

Ein vervollkommnetes Planetarium großen Ausmaßes in dieser Art, ein sog. mechanisches Planetarium, befindet sich jetzt im Deutschen Museum zu München, eine Konstruktion von Obering. F. MEYER der Zeisswerke, Jena[2]).

Ein solcher Mechanismus stellt zwar in sehr glücklicher Weise den Aufbau des Kosmos in unserer näheren Umgebung im Raume dar, aber er bleibt eben doch ein durch sehr weitgehende Abstraktion und Umdeutung des Augenscheines entstandenes Modell, das dem natürlichen Anblick des gestirnten Himmels, wie wir ihn von der Erde aus genießen, nicht im mindesten gleicht.

Der Leiter des Deutschen Museums in München, Herr v. MILLER, regte darum schon im Jahre 1913 bei den Zeisswerken an, ein Himmelsmodell zu schaffen, das den Anblick des Himmels und die Bewegung seiner Gestirne täuschend derart wiederzugeben vermöchte, wie wir den Sternenhimmel von der Erde aus erblicken. Das war eine Aufgabe und ein Ziel vollständig anderer Art, als es in den Planetarien älteren Stils verwirklicht wurde. In jahrelanger Arbeit ist es der Firma C. Zeiss gelungen, im wesentlichen Dr.-Ing. BAUERSFELD und seinen Mitarbeitern, ein Planetarium zu schaffen, das, rein konstruktiv betrachtet, ebenso wie in seiner ästhetischen Wirkung und seiner pädagogischen Bedeutung ein Meisterwerk allerersten Ranges darstellt[1]).

Der Grundgedanke des neuen Planetariums, das man mit Recht ein „Projektionsplanetarium" genannt hat, ist kurz der folgende. Der Fixsternhimmel, die Sonne, der Mond und die mit bloßem Auge sichtbaren Wandelsterne sollen an einem künstlichen Sterngewölbe so dargestellt werden, daß der Beschauer möglichst den Eindruck gewinnt, sich unter dem wirklichen Sternenhimmel zu befinden. Die Bewegungen der Gestirne an diesem künstlichen Sternenhimmel sollen nun in richtigen Zeitverhältnissen zueinander erfolgen, aber mit solchen, willkürlich wählbaren Geschwindigkeiten, daß der im allgemeinen ungemein langsame Ablauf der kosmischen Erscheinungen vom Beobachter bequem verfolgt werden kann. Um diese Täuschung zu erreichen, wird auf die weiße Innenwand eines großen, halbkugelförmigen und verdunkelten Gewölbes — es hat bei dem Berliner und den meisten anderen Planetarien einen Innendurchmesser von ca. 25 m — vom Mittelpunkte her durch einen sinnreichen Projektionsapparat der Fixsternhimmel durch helle Lampen projiziert. Die Sterne sind dabei kleine Lichtpünktchen oder entsprechend kleine Lichtscheiben auf der verdunkelten, weißen Innenwand des Gewölbes. Wenn man dafür sorgt, daß dem Auge des Beschauers Bezugssysteme, wie Pfeiler, Lampen oder ähnliches im Innern der Kuppel fehlen, so ist es in dem verdunkelten Raume offenbar nicht möglich, die wirkliche Entfernung dieses künstlichen Himmels irgendwie zu empfinden, und man lokalisiert die Erscheinung ganz von selber aus dem Erinnerungsbilde heraus in den freien Raum: man glaubt, vollkommen getäuscht, den wirklichen Nachthimmel über sich zu sehen. Wenn die Bildchen der Fixsterne an der Kuppelwand, die in Wahrheit ja kleine Scheibchen verschiedener Größe sind, um den Eindruck der verschiedenen Helligkeiten der Sterne vorzutäuschen, klein genug sind, ist die Täuschung, den wahren Nachthimmel vor sich zu haben, selbst für einen mit dem Sternenhimmel sehr vertrauten Beobachter eine äußerst

[1]) A. UNGERER, Die Astronomische Uhr im Straßburger Münster. Straßburg: Straßburger Neuesten Nachrichten A.-G. 1911.

[2]) F. A. MEYER, Das mechanische Planetarium des Deutschen Museums in München. Zeitschr. d. Ver. dtsch Ing. **69**, Nr. 47. 1925.

[1]) W. BAUERSFELD, Das Projektionsplanetarium des Deutschen Museums in München. Zeitschr. d. Ver. dtsch. Ing. **68**, Nr. 31. 1924.

vollkommene. Der Verfasser erinnert sich, als er, nach Fertigstellung des ersten Modelles des Planetariums auf dem Dache der Zeisswerke in Jena, diesen künstlichen Sternenhimmel zum ersten Male aufleuchten sah, den vollständigen Eindruck erhalten zu haben, unter freiem Himmel zu sitzen. In diesen künstlichen Fixsternhimmel werden nun auf gleiche Art die Bilder der Sonnen- und der Mondscheibe sowie die kleineren Scheibchen der Wandelsterne hineinprojiziert. Wenn es nun gelingt, den alle diese Bildchen erzeugenden Projektionsapparat in geeigneter Weise zu drehen, so muß der Anblick des täglichen Umschwunges des Himmelsgewölbes dadurch hervorgerufen werden können. Und wenn es möglich ist, den einzelnen Bildwerfern für die beweglichen Gestirne solche Bewegungen zu erteilen, daß die projizierten Sternbildchen sich in richtiger Weise am künstlichen Himmel bewegen, so ist das gesteckte Ziel erreicht. Das Zeiss-Planetarium, wie es jetzt in einer ganzen Reihe deutscher Städte aufgestellt ist, löst seine Aufgabe in der Tat in dieser Weise.

Daß die praktische Ausführung dieses an sich sehr einfachen Konstruktionsgedankens eine Fülle technischer Schwierigkeiten in sich birgt und konstruktive Kunstgriffe mancherlei Art erfordert, ist ohne weiteres einzusehen. Die konstruktiven Grundzüge sollen hier kurz besprochen werden. Zuvörderst sei aber das kosmische Weltbild, das dargestellt werden soll, mit ein paar Worten skizziert.

Im Mittelpunkte unseres eigenen Sonnensystems ruht die Sonne, um sie herum kreisen in elliptischen Bahnen, die von der Kreisform nur sehr wenig abweichen, in immer größer werdenden Abständen eine Reihe von Wandelsternen, die Planeten, unter diesen die Erde. Die Reihenfolge der mit bloßem Auge sichtbaren Planeten — denn nur solche werden im Planetarium dargestellt — in der Richtung von der Sonne nach außen ist: Merkur, Venus, Erde, Mars, Jupiter und Saturn. Die Bahnen von Merkur und Venus werden sonach von der Erdbahn umschlossen, die übrigen Planetenbahnen umschließen ihrerseits die Erdbahn.

Alle diese Bahnen liegen nahe in einer Ebene, gegen die sie im Höchstfalle nur um wenige Grad geneigt sind; als eine willkürlich zu wählende Bezugsebene im Raume hat man die Ebene der Erdbahn, die Ekliptik, gewählt. Die Bahnen der Planeten sind hinsichtlich ihrer Form und Lage im Raume im Laufe sehr großer Zeiträume langsam veränderlich, wie wir aus der Theorie der Himmelsmechanik wissen. Aber diese Veränderungen sind so gering, daß sie im Planetarium vernächlässigt werden dürfen. Eine Ausnahme hiervon macht nur der später noch zu erwähnende Fall des Erdmondes. Die Umlaufszeiten der Planeten um die Sonne wachsen mit zunehmender Entfernung der Planeten von diesem Zentralgestirn; Merkur umkreist die Sonne in 88 Tagen, die Erde in einem Jahr, Jupiter in 11,1, Saturn in $29^1/_2$ Jahren. Um die Erde kreist der Erdmond in 27,3 Tagen in einer ebenfalls schwach elliptischen Bahn, die gegen unsere Bezugsebene im Raume, gegen die Ekliptik, um den verhältnismäßig großen Betrag von 5,1 Grad geneigt ist. Die Bewegungsgeschwindigkeit der Planeten und des Erdmondes ist nicht in allen Teilen ihrer Bahn konstant. Sie ist vielmehr eine Funktion der wegen der Bahnelliptizität wechselnden Entfernung des Himmelskörpers von seinem Zentralgestirn.

Jenseits dieses, unseres engeren Systemes, weit draußen im Raume, für unsere Zwecke hier sozusagen projiziert auf eine unendlich entfernte Kugelfläche, erblicken wir die Welt der Fixsterne, deren wir mit bloßem Auge etwa 6000 erkennen können. Sie erzeugen die eigentliche Sternenfülle des Nachthimmels, zu ihnen gehören auch das den ganzen Himmel umspannende Band der Milchstraße, die Sternhaufen und Nebelflecke. Dieser Sternenhimmel erscheint dem bloßen Auge auf Jahrtausende hinaus unveränderlich.

Unsere Erde rotiert in ihrer täglichen Umdrehung um eine Achse, die gegen die Ebene der Ekliptik um $23^1/_2$ Grad geneigt ist, und sie erzeugt durch diese Umdrehung den scheinbaren täglichen Umschwung des Himmelsgewölbes. Die Richtung dieser Umdrehungsachse im Raume ist ihrerseits veränderlich; sie beschreibt im Laufe von rund 26000 Jahren, dem sog. Großen oder Platonischen Jahre, die Figur eines vollen Kegelmantels im Raume.

Das ist in Kürze das copernicanische Weltbild. Den Anblick des Sternenhimmels darzustellen, den es von einem beliebigen Punkte der Erdoberfläche zu einem beliebigen Zeitpunkte einige tausend Jahre vor oder nach unserer Zeitrechnung bietet, ist die Aufgabe des Planetariums.

Der überaus kunstvolle Projektionsapparat, der den gesamten Bewegungs- und Bildwerfmechanismus umschließt, befindet sich im Mittelpunkte der früher erwähnten großen Kuppel. Die gesamte Bedienung des Instrumentes, die Fernsteuerung der Bewegungen und der Beleuchtung, wird elektrisch von dem entfernt stehenden Pulte des Vorführenden aus besorgt.

Wir betrachten die technische Lösung einer Reihe der hier auftretenden Aufgaben. Den äußeren Anblick des ganzen Projektionsapparates gibt die Fig. 1, eine schematische Skizze Fig. 2[1]). Das Instrument mit seinem Gewicht von etwa 1800 kg kann auf Rädern aus der Vorführungskuppel fortgerollt werden, falls diese anderweitig benutzt werden soll. Im Betriebe befindet es sich in der Mitte der Kuppel, der Schnittpunkt der Achsen *1—1* und *3—3* genau im Mittelpunkte, 3 m über dem Fußboden. Bei *26* verbindet ein Stromabnehmer das Instrument mit den zahlreichen, im Fußboden verlegten elektrischen Zuleitungen.

Verhältnismäßig einfach gestaltet sich die Pro-

[1]) W. VILLINGER, Das Zeiss-Planetarium. Jena: B. Vopelius.

jektion des Fixsternhimmels. Um von vornherein alle entbehrlichen Gegengewichte zu vermeiden, ist der ganze Apparat streng symmetrisch angelegt. Die beiden mit *N* und *S* bezeichneten Metallkugeln stellen die Projektionsapparate für den nördlichen

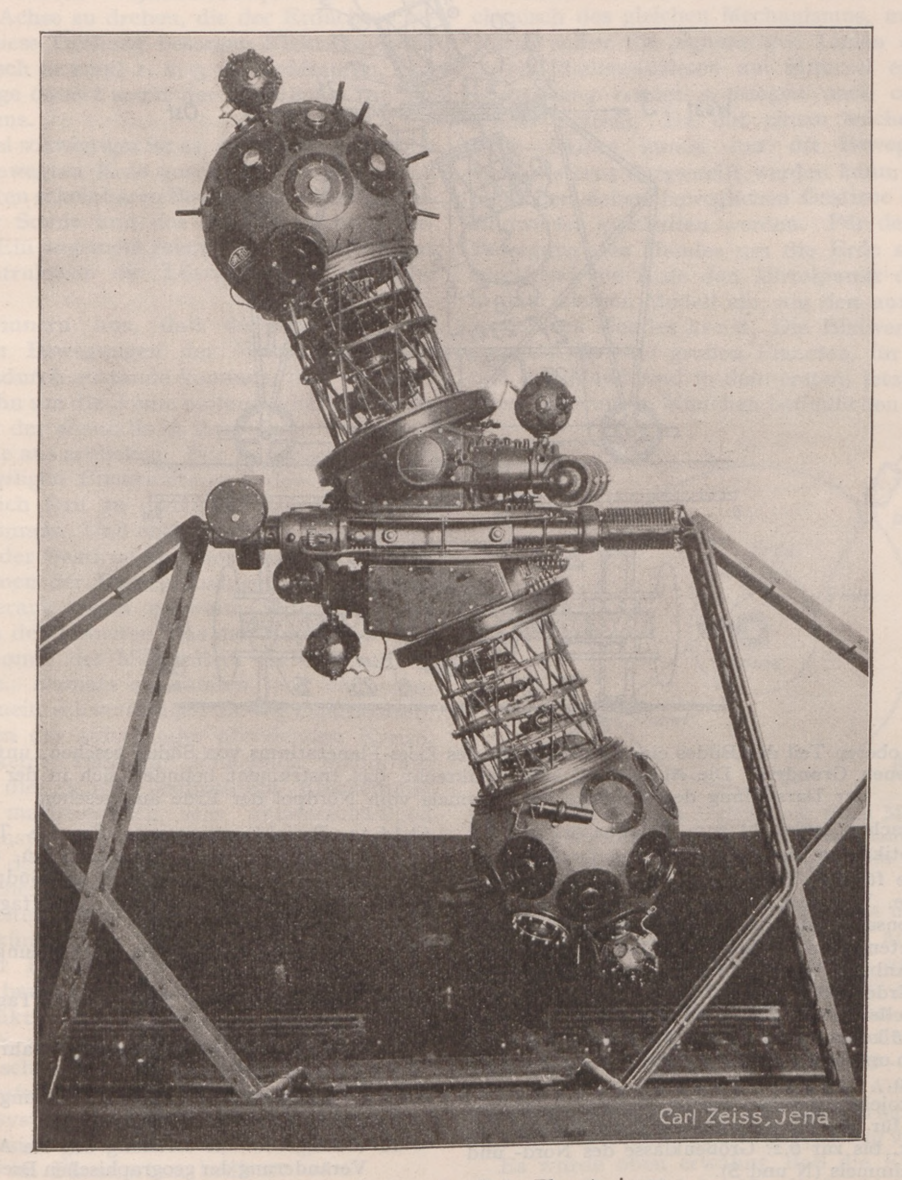


Fig. 1. Seitenansicht des Zeiss-Planetariums.

und den südlichen Sternenhimmel dar. Sie tragen an ihrer Oberfläche zusammen 32 Kreisflächen, welche Diapositivplatten aufnehmen, deren jede einen Teil des Fixsternhimmels auf die Kuppelwand projiziert. Jeder der beiden Bildwerfer beherbergt in seinem Innern eine helle Projektionslampe, die allen seinen Projektionsflächen Licht liefert. Die Zahl der auf den Diapositivplatten enthaltenen Sterne beträgt rund 5400, umfaßt also praktisch alle mit dem bloßen Auge am Nachthimmel sichtbaren Sterne bis zur 6,2 Größenklasse. Die Helligkeitsabstufungen werden dabei durch die Größe der kleinen projizierten Sternscheibchen gegeben; selbst ein Scheibchen von über 20 mm Durchmesser auf der Kuppelwand stört noch nicht wesentlich die Illusion. Diese Fixsternkörper tragen ferner noch besondere Projektionsapparate für die Darstellung der Milchstraße, einiger Nebelflecke und Sternhaufen, endlich einen besonderen Projektionsapparat für den hellsten Fixstern des Himmels, den Sirius. Durch zwei weitere, mit den Fixsternkörpern

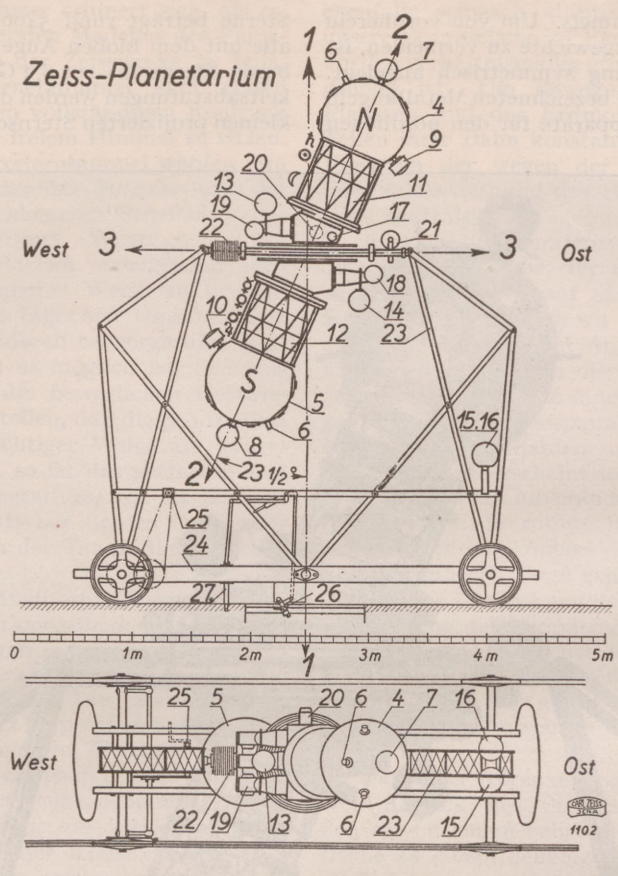


Fig. 2. Im oberen Teil des Bildes eine Seitenansicht des Zeiss-Planetariums von Süden gesehen, unten den von oben gesehenen Grundriß. Die Achse (*1,1*) steht senkrecht, das Instrument befindet sich in der Einstellung zur Darstellung des Anblicks des Himmels vom Nordpol der Erde aus gesehen.

1—1 Polarachse, senkrecht zum Erdäquator.

2—2 Ekliptikachse, die Senkrechte auf der Erdbahn.

3—3 Achse für die Veränderung der geographischen Breite. Um diese Achse sind die sämtlichen Projektionsapparate der Fixsternkörper und der Planetengerüste beliebig drehbar, so daß man den Anblick des Himmels für jeden Standort auf der Erdoberfläche vom Nordpol bis zum Südpol darstellen kann. Der Schnittpunkt der 3 Achsen *1, 2, 3* kommt in den Mittelpunkt der Kuppel zu liegen und befindet sich genau 3 m über dem Fußboden.

4,5 32 Projektionsapparate auf 2 Fixsternkörper verteilt für die Darstellung von 5400 Sternen von der 1. bis zur 6,2. Größenklasse des Nord- und Südhimmels (N und S).

6 18 Projektionsapparate für Nebelflecken, Sternhaufen und den hellsten Stern Sirius.

7,8 32 Projektionsapparate für die Sternbildnamen und den Kreis der Polwanderungen, die verursacht werden durch die Kreiselbewegungen der Erde.

9,10 2 Projektionsapparate für die Milchstraße.

11 10 Projektionsapparate und die Mechanismen für die Sonne, ihre Aureole, den Mond, Saturn und das Zodiakallicht.

12 8 Projektionsapparate und die Mechanismen für den Merkur, die Venus, den Mars und den Jupiter.

13,14 12 Projektionsapparate für die Tierkreislinie (Ekliptik) und die Äquatorlinien, die Markierungen für den Nord- und den Südpol.

15,16 4 Projektionsapparate für die Mittagslinie (Meridiankreis).

17 1 Projektionsapparat für die Ablesung der Jahresskala.

18 2 Motore für den Tagesgang, 1 Tag in 1, 2, 3, 4 Minuten.

19 3 Motore für den Jahresgang, 1 Jahr in 7,3 Sek.; 1,3, 4, 7 Minuten.

20 1 Motor für die Kreiselbewegung der Erde, 26000 Jahre in 4 Minuten.

21 1 Motor für die Drehung um die Achse (*3—3*), Veränderung der geographischen Breite, eine Umdrehung in 7 Minuten.

22 Die Stromzuführungen vom festen Gestell auf die beweglichen Teile.

23 Das Gestell.

24 Der Wagen zum Transport des ganzen Instrumentes auf einem Fahrgeleis.

25 Handantrieb des Wagens mittels Kurbel.

26 Gemeinsamer Einschalter für sämtliche Stromleiter.

27 Verriegelung des Wagens im Fußboden in der Gebrauchsstellung des Instrumentes.

verbundene Bildwerfer ist es möglich, die Namen der Sternbilder in den künstlichen Himmel hineinzuprojizieren. Um den täglichen Umschwung dieses Fixsternhimmels vorzutäuschen, ist es nur nötig, diese beiden Projektionskörper um eine gemeinsame Achse zu drehen, die der Erdachse entspricht. Diese Drehung besorgen Elektromotoren nach Wunsch in rund 1, 2, 3 und 4 Minuten, und ebenso lange dauert somit der künstliche Tag des Planetariums.

Sehr viel schwieriger ist es, die in ihrem Anblick von der bewegten Erde gesehenen, ungewöhnlich komplizierten scheinbaren Bewegungen der Wandelsterne, der Sonne und des Mondes, richtig darzustellen. Ein ungemein geistreicher Kunstgriff hat dem Konstrukteur die Lösung dieser Aufgabe gebracht.

Wir erinnern uns, daß die komplizierten, scheinbaren Bewegungen der Wandelsterne am Himmel dadurch zustande kommen, daß wir diese in ihrer Bahn um die Sonne umlaufenden Himmelskörper von der ebenfalls in ihrer Bahn fortschreitenden Erde aus erblicken. Wir projizieren sie also in der jeweiligen Blickrichtung Erde—Planet auf die unendlich fern zu denkende Kugelfläche des Fixsternhimmels. Und eben durch die gegenseitige Bewegung der Gestirne kommen jene sonderbaren Kurvenformen der Planetenbahnen am Himmelsgewölbe heraus, jenes zeitweise Stillstehen und Rücklaufen der Planeten, das das Kopfzerbrechen der Astronomie des Mittelalters vor COPERNICUS verursachte. Damals entstanden jene mathematisch ungemein schwerfälligen Bewegungstheorien, die Theorien der aufeinander abrollenden Kreise, der Epizykeln. Das war schließlich nichts anderes, als die richtig beobachtete Erscheinung in einem mathematisch sehr unzweckmäßigen Koordinatensystem zu beschreiben, nämlich im Bezugssystem der als ruhend vorgestellten Erde. Und ganz ähnlichen, technisch wohl unüberwindlichen Schwierigkeiten würde man begegnen, wollte man etwa am künstlichen Himmel kleine materielle Modelle der Planeten, etwa kleine Glühlampen, sich direkt bewegen lassen, woran man zu Beginn der Konstruktion des Planetariums gedacht hatte. Gerade aber, wie das copernicanische System die verwirrend schwierigen Bahnen der Planeten überraschend einfach zu beschreiben wußte, indem es das Bezugssystem in die ruhende Sonne verlegte, so hat man sich ganz desselben Kunstgriffes auch mechanisch im Planetarium bedient.

Man kann nämlich die Bewegung eines Planeten mit großer Naturtreue dadurch darstellen, daß man folgendes kleine mechanische Modell des betreffenden Systemes Erde-Planet baut (Fig. 3). Wenn es sich z. B. um die Darstellung eines äußeren Planeten handelt, so läuft ein die Erde darstellender Punkt in einer Kreisbahn um den Mittelpunkt, der die Sonne vertritt. Im richtigen Zeitverhältnis dazu läuft auf dem äußeren Kreise ein den Planeten verkörpernder kleiner Projektionsapparat. Erde und Planet sind durch eine mechanische Verbindung von der Art eines Gelenkparallelogramms miteinander gekoppelt, derart, daß der kleine Bildwerfer das Bild des Planeten immer gerade in die Richtung Erde—Planet auf die Kuppelwand wirft. Es bedient sich also hier der Konstrukteur mechanisch des gleichen Mechanismus, mit dem die Natur selber die eigenartigen Linien der scheinbaren Planetenbahnen am Himmel erzeugt, die Darstellung erfolgt sozusagen nach copernicanischem System. Da mit einem solchen Modell: Erde—Planet immer nur die Bewegung *eines* Wandelsterns dargestellt werden kann, mußte für jedes der sieben beweglichen Gestirne ein solcher Bildwerfer geschaffen werden. Für den Fall der Bewegung des Mondes um die Erde nimmt entsprechend die Erde den Mittelpunkt des Kreises in dem kleinen Modell ein, um den nun der Bildwerfer des Mondes kreist. Die Bildwerfmechanismen für die fünf großen Planeten, für die Sonne und den Mond sind in dem ersten, jetzt im Deutschen Museum in München befindlichen Modell des

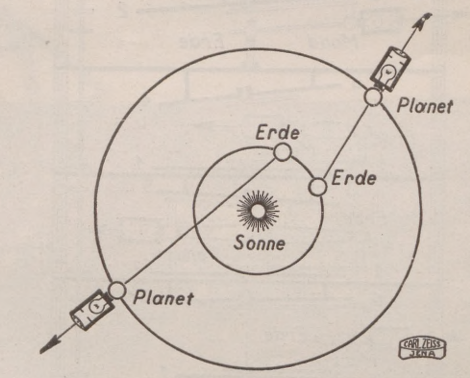


Fig. 3. Schematische Darstellung eines Mechanismus im Planetengerüst. Die Erde und der Planet in 2 verschiedenen Stellungen in ihrem Lauf um die Sonne.

Planetariums übereinander angeordnet und werden von einer gemeinsamen Achse aus angetrieben. Einen solchen schematischen Aufbau zeigt Fig. 4.

Bei den übrigen, neuen Modellen des Planetariums, wie sie jetzt in zahlreichen deutschen Städten vorgeführt werden, sind die Projektionsapparate symmetrisch zur Achse *3—3* (Fig. 2) verteilt auf die Körper *11* und *12*. Auch sind in diesem neuen Modell je zwei Bildwerfer für jedes Gestirn vorgesehen, die sich gegenseitig verstärken.

Es wurde oben erwähnt, daß die Ebenen der Planetenbahnen und der Mondbahn kleine Winkel mit der Erdbahnebene, der Bezugsebene im Raume, bilden. Das läßt sich bei der geschilderten Ausführung des Bildwerfmechanismus auch im Planetarium leicht verwirklichen und muß natürlich auch berücksichtigt werden, wenn die Bahnen der Planeten am scheinbaren Himmel richtig herauskommen sollen. In der Fig. 4 sieht man z. B. sehr deutlich, wie die Ebene der Mondbahn, die mechanisch durch die Richtung *2—2* dargestellt wird, merklich geneigt ist gegen die Erdbahnebenen *1—1*.

Ähnliches gilt für alle anderen Planeten. Die Bahnen der Planeten sind ferner keine Kreise, sondern Ellipsen, die allerdings der Kreisform sehr nahe kommen. Hier im Planetarium sind die Bewegungen streng in Kreisform dargestellt; der Fehler, der dadurch an der Projektionsfläche entsteht, ist aber so klein, daß er vernachlässigt werden durfte. Dagegen sind die schon erwähnten Schwankungen der Geschwindigkeit in verschiedenen Teilen der Bahn so merklich, daß sie auch im Planetarium nicht zu vernachlässigen waren; eine gute Annäherung wird hier durch einen sinnreichen sog. Kurbelmechanismus, eine Anordnung exzentrischer Kreisbewegungen, erreicht.

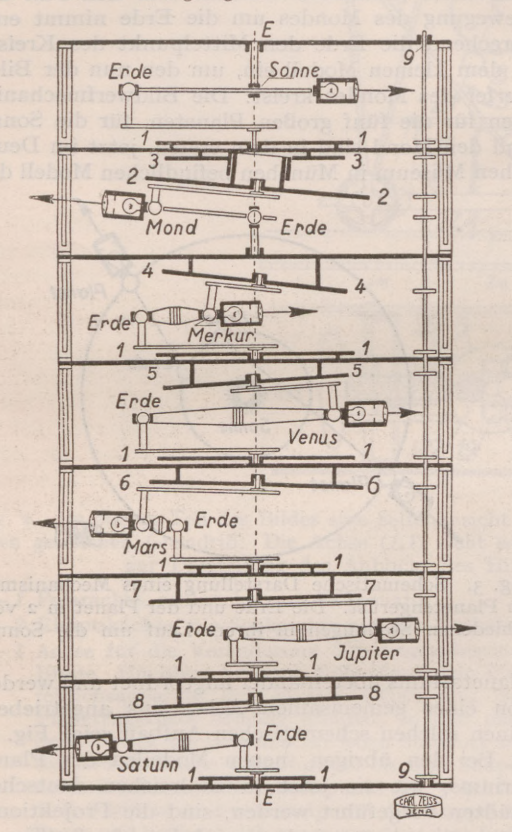


Fig. 4. Die Antriebe im Planetengerüst.
1,1 Erdbahnen; *2,2* Mondbahn; *3,3* Antrieb zur Drehung der Mondbahn um die Achse $E-E$ zur Darstellung der Wanderung der Mondknoten, in 18,6 Jahren ein Umlauf auf dem Tierkreis; *4,4* Merkurbahn; 5,5 Venusbahn; *6,6* Marsbahn; *7,7* Jupiterbahn; *8,8* Saturnbahn; *9,9* Welle zum gemeinsamen Antrieb aller Wandelsterne in ihren Bahnen; $E-E$ die Achse des Planetengerüstes, die Senkrechte zur Erdbahn. Die Bahnen des Mondes und der Planeten sind zur Erdbahn um wenige Grade geneigt.

Ferner blieb noch die Aufgabe, die Umlaufszeiten der Wandelsterne, der Sonne und des Mondes richtig darzustellen. Der Antrieb aller der kleinen Bildwerfer geschieht von einer gemeinsamen Achse aus. Für jedes einzelne Gestirn mußte also eine Zahnradübersetzung vorgesehen werden, deren Größe sich aus den bekannten astronomischen Daten leicht errechnen ließ. Die dabei auftretenden irrationalen Übersetzungsverhältnisse wurden durch einen Kettenbruch, der sich seinerseits durch Zahnräder bequem darstellen läßt, derart angenähert, daß größere Zahnzahlen vermieden werden konnten. Trotzdem bleibt die Darstellung der Umlaufszeiten genügend genau. Die Darstellung der scheinbaren Bewegung der Planeten ist auf dem geschilderten Wege mit nur geringen Abweichungen gegen die Natur möglich.

Einige besondere technische Schwierigkeiten bereitete noch der Mond. Die Richtung der Schnittlinie seiner Bahnebene mit der Ekliptik im Raume, die sog. Lage seiner Knoten, ändert sich so schnell, daß sie in 18,6 Jahren schon einen vollen Umlauf ausführt. Auch diese Drehung mußte also im Getriebe vorgesehen werden. Der Phasenwechsel des Mondes wurde durch zwei zusammengekoppelte Bildwerfer dargestellt, in denen bewegte Blenden für die Erzeugung der Phasen sorgen.

Der gemeinsame Antrieb aller beweglichen Gestirne kann fest mit der täglichen Drehung des Fixsternhimmels, deren wir oben gedachten, erfolgen. Die Bewegungen gehen dabei aber naturgemäß sehr langsam vor sich. Es ist daher vorgesehen worden, die Verbindung mit der Tagesbewegung zu lösen und dann die zum Planetensystem gehörigen Himmelskörper für sich allein mit nunmehr sehr viel größeren Geschwindigkeiten zu bewegen. Dabei sind wieder drei Geschwindigkeiten möglich, nämlich den Jahreslauf in $4^1/_2$ Minuten, in 50 und in 7 Sekunden abrollen zu lassen. Besonders mit der letzten schnellsten Übersetzung kann man große Zeiträume schnell überspringen. Die Bewegungen können vorwärts und rückwärts erfolgen. Bei dem schnellsten Jahreslauf ist es äußerst interessant und reizvoll, die scheinbaren Bahnen der Planeten am Himmel mit ihren mannigfaltigen Schleifen, Stillständen und Rückläufen zu studieren.

Darzustellen blieb schließlich noch die Bewegung der Erdachse selber, die sog. Präzessionsbewegung, die wir oben erwähnten. Sie wird erzeugt durch eine Drehung des gesamten Fixstern- und Planetenapparates um eine Achse senkrecht zur Ebene der Erdbahn. Mit dem schnellsten Jahreslauf von 7 Sekunden pro Jahr läuft das Platonische Jahr von 26000 Erdjahren Dauer dann in etwa 50 Stunden ab, es kann durch einen besonderen Elektromotor aber auch in ca. 4 Minuten abgerollt werden.

Die wahre Sonne am Himmel überstrahlt am Tage so weit alle anderen Gestirne, daß wir den Sternenhimmel, der sich natürlich auch bei Tage über unserem Standpunkte wölbt, nicht wahrnehmen können. Im Planetarium ist die Helligkeit der Sonne so weit herabgesetzt worden, daß die Mehrzahl der helleren Sterne auch dann sichtbar bleibt, wenn die Sonne über dem Horizont steht,

so daß man auch bei Tage die Bewegung der Gestirne verfolgen kann.

Auch das scheinbare Schwächerwerden der Gestirne in der Nähe des Horizontes und ihr Verschwinden hinter der Horizontlinie, ihr Untergehen, ist in geeigneter Weise dargestellt. Dies besorgen sog. Quecksilberblenden, Gefäße, die teilweise mit Quecksilber gefüllt und vor den einzelnen Bildwerfern so angebracht sind, daß sie mehr und mehr Licht fortnehmen, je näher das projizierte Sternbildchen dem Horizontstriche der Kuppel rückt. Das geringe Licht, das noch unterhalb des Horizontstriches auf die Kuppelwand fällt und das die Illusion des richtigen Untergehens hinter der Horizontlinie stören würde, wird durch geeignete, schwarze Blech- oder Glasblenden abgefangen, die daselbst an der Kuppel angebracht sind. Dadurch entsteht tatsächlich der täuschende Eindruck, die Gestirne gingen *hinter* dem Horizonte unter.

Ein sehr wirksames Mittel zur Orientierung am Himmel bietet die Möglichkeit, neben den schon erwähnten Namen der Sternbilder auch den Kreis der Erdbahnebene, d. i. die Ekliptik, ferner den Himmelsäquator, Markierungen für den Nord- und Südpol, den Kreis der Mittagslinie, d. i. der Meridian, und den Kreis der Polwanderung infolge der Präzession in den Himmel hineinzuprojizieren. Desgleichen kann ein ganzes Liniennetz, wie es die Astronomen zur Orientierung am Himmel benützen, in diesen hineinprojiziert werden, nämlich das System der Rektaszensions- und Deklinationskreise. Die Markierung des Poles gestattet es, auf dem in Graden eingeteilten Meridian stets die gerade eingestellte Polhöhe, also die geographische Breite des Beobachtungsortes, abzulesen. Ein besonderes Zählwerk wirft die jeweils eingestellte Jahreszahl auf die Kuppel; sehr große Zeiträume von Jahrtausenden können an einer Marke am Kreise der Polwanderung abgelesen werden. Auf der scheinbaren Sonnenbahn, der Ekliptik, sind die Namen der Monate eingetragen; aus der Stellung der Sonne in dieser ihrer Bahn kann man sofort das gerade eingestellte Datum entnehmen.

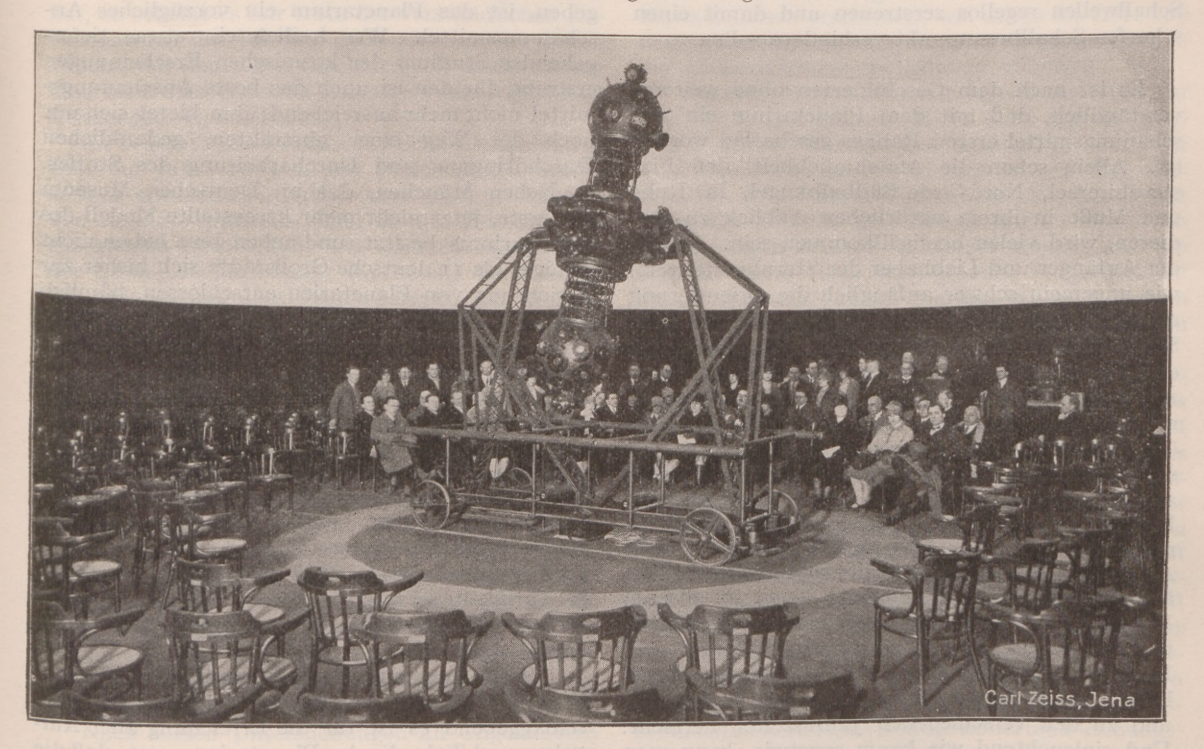


Fig. 5. Das Zeiss-Planetarium in der Mitte der Kuppel während des Betriebes.

Das Planetarium steht während der Vorführungen im Mittelpunkte der Kuppel; die Sitzreihen der Zuschauer sind rings herum verteilt. Das Rednerpult des Vortragenden, der die Vorgänge am Himmel während der Vorführungen erklärt, steht exzentrisch nach Norden, um etwa $^2/_3$ Kuppelradius vom Instrument entfernt. Der Vortragende hat zur Seite ein Schaltpult, von dem aus er alle Bewegungen des Planetariums steuern kann.

Es hat keine geringe Mühe gemacht, die akustische Frage in befriedigender Weise zu lösen. Denn eine solche Hohlkuppel hat die Eigenschaft, die Schallwellen in einen sog. Schallbrennpunkt zurückzuwerfen, so daß man während des Vortrages den sehr störenden Eindruck erhält, als sprächen gleichzeitig zwei Redner, nämlich der wirklich Vortragende und eine zweite, im Schallbrennpunkte

befindliche Person. Dabei ist die aus dem Schallbrennpunkte kommende Sprache lautlich stark verzerrt und in ihrem zeitlichen Ablaufe etwas gegen den wirklichen Redner verschoben, wodurch die Verständigung außerordentlich leidet. Man hat diese Störung in sehr weitgehender Weise dadurch vermeiden können, daß man als Projektionsfläche sehr leichten, weißen Leinenstoff verwandt hat, der sozusagen die innere Kuppelschale bildet. Zwischen dem Leinen und der eigentlichen äußeren Kuppelwand hat man in geeigneter Weise regellos verteilte Bleche angeordnet, welche die durch das Leinen hindurchtretenden Schallwellen regellos zerstreuen und damit einen scharfen Schallbrennpunkt verhindern sollen.

Es ist nach dem Geschilderten ohne weiteres verständlich, daß mit dem Planetarium ein Anschauungsmittel ersten Ranges geschaffen worden ist. Allein schon die Annehmlichkeit, den Fixsternhimmel, Nord- wie Südhalbkugel, in Ruhe und Muße in ihrem natürlichen Anblick zu studieren, wird vielen hochwillkommen sein. Gerade der Anfänger und Liebhaber der Sternkunde weiß, wie ungemein schwer anfänglich die Orientierung am gestirnten Himmel wird, besonders wenn die Sternbilder im Laufe des täglichen Umschwunges des Himmelsgewölbes ihre Orientierung zum Horizonte fortwährend ändern. Neben den Veränderungen, die die Lage der Konstellationen im Laufe des Jahres und der Jahrhunderte erfahren, läßt sich schön die Veränderung des Sternenhimmels zeigen, die man erlebt, wenn man nach anderen Breiten, nach dem Süden oder an die Pole der Erde reisen würde. Eine langsame Drehung um die Achse *3—3* (Fig. 2) bewirkt die entsprechende Veränderung des Sternenhimmels; neue, in unseren Breiten unsichtbare und unbekannte Sternbilder tauchen herauf, andere verschwinden hinter dem Horizonte. Man erlebt die Veränderung der Tageslänge, die an den verschiedenen Punkten der Erde und zu den verschiedenen Jahreszeiten herrscht. Und einleuchtend wie kaum sonstwie kann man die verwickelten Bahnen der Planeten verfolgen, wenn der Fixsternhimmel abgeschaltet wird und die Sonne mit den Wandelsternen allein in Bewegung bleibt. Interesse und Bedeutung mag dem neuen Anschauungsmittel schließlich in nicht geringem Maße zukommen für die Heranbildung von Nautikern und allen, für welche die Orientierung am Sternenhimmel, die Kenntnis der Konstellationen und der wichtigsten Sterne in allen Jahreszeiten und unter allen Breiten von beruflicher Bedeutung ist.

Es ist keine leichte Aufgabe, dem Publikum den Sternenhimmel auch nur im Planetarium verständlich zu erläutern. Die Kenntnis auch der einfachsten astronomischen Dinge ist im allgemeinen außerordentlich gering; auf der anderen Seite wird aber ein recht hoher Grad von Abstraktionsfähigkeit und räumlichem Orientierungsvermögen gefordert, so daß der Vortragende seine Aufgabe sich in Wahrheit kaum schwierig genug vorstellen kann. Dort, wo ein Planetarium errichtet worden ist, hat man vorerst nur mit der Vorführung und Erläuterung der allereinfachsten astronomischen Erscheinungen begonnen, mit dem heimatlichen Sternenhimmel. Alle die vielen anderen Möglichkeiten, die das Planetarium noch bietet, sollen erst später gezeigt werden, wenn das Verständnis dafür — wie man hofft — größer geworden ist. Um einem größeren Publikum, Schulen und Vereinen, eine erste Orientierung im Kosmos zu geben, ist das Planetarium ein vorzügliches Anschauungsmittel. Wer freilich ein etwas tiefergehendes Studium der kosmischen Erscheinungen erstrebt, für den ist auch das beste Anschauungsmittel nicht mehr ausreichend; ihm bietet sich nur noch der Weg einer abstrakten, gedanklichen Durchdringung und Durcharbeitung des Stoffes.

Neben München, das im Deutschen Museum das erste, jetzt nicht mehr hergestellte Modell des Planetariums besitzt, und neben Jena haben nicht weniger als 11 deutsche Großstädte sich bisher zur Errichtung von Planetarien entschlossen, nämlich Aachen, Barmen, Berlin, Dresden, Düsseldorf, Hamburg, Hannover, Leipzig, Mannheim, Nürnberg und Stuttgart.

Die erforderlichen Bauwerke haben zu einer Reihe interessanter architektonischer Gestaltungen und Schöpfungen geführt, unter denen sich besonders das Planetarium in Düsseldorf auszeichnet. Die Eigenart der fensterlosen Kuppel macht unter anderem in jedem Falle eine leistungsfähige Heizungs- und Lüftungsanlage zur Bedingung, die auch während der Vorführungen, ohne zu stören, in Tätigkeit sein muß. Eine vorzügliche, hochmoderne Anlage dieser Art besitzt das Planetarium der Stadt Berlin.

Es soll hier zum Schlusse noch einmal nachdrücklich betont werden, wie wichtig und ausschlaggebend es ist für die Erreichung aller Aufgaben und Ziele, die das Planetarium setzt, daß die Organisation der ganzen Anlage, die Art und Weise der Vorführungen und der Vorträge in zweckentsprechender Weise geleitet werden. Es bedarf eines Talentes von hoher pädagogischer Erfahrung und von ausgesprochener Begabung, diese an sich schwierige Materie in einer solchen Weise verständlich, belehrend und anregend vorzutragen, daß wirklich alle, die das Planetarium einmal betreten — und das sind bei dem weit verbreiteten Interesse für Astronomie nicht wenige — zu folgen vermögen. Erst dann aber, wenn die Anlage wirklich imstande ist, belehrend und fördernd zu wirken, erst dann, wenn sie nicht bloß ein sensationelles Novum darstellt, für das das allgemeine Interesse schnell abebbt, wird sich der kulturelle Wert und nicht zuletzt auch der finanzielle Erfolg eines derartigen Unternehmens geltend machen.

Zum siebzigsten Geburtstag von Edmund B. Wilson.

Von CURT HERBST, Heidelberg.

(Aus dem Zoologischen Institut der Universität.)

Am 19. Oktober 1926 wurde der bedeutende Biologe E. B. WILSON, Professor der Zoologie an der Columbia University in New York, siebzig Jahre alt. Der Tag ging in der Öffentlichkeit unbeachtet vorüber, wohl weil sich der Jubilar selbst jede öffentliche Feier verbeten hatte. Da aber EDMUND B. WILSON so unendlich viel für den Fortschritt der Biologie geleistet und immer in engster Beziehung zu der deutschen Wissenschaft gestanden hat, so scheint es mir trotz der verständlichen Zurückhaltung des Jubilars doch als eine dringende Pflicht, der deutschen Gelehrtenwelt einen kurzen Überblick über WILSONS bisherige wissenschaftliche Leistungen vorzulegen.

Er begann seine wissenschaftliche Laufbahn mit einer im Jahre 1883 in den Philosophical Transactions erschienenen Arbeit über die Entwicklung von Renilla reniformis, einer zu den Pennatuliden gehörenden Octocoralle. Die schönen Figuren auf der Chun-Leuckart-Tafel, welche die Entstehung des Stockes aus dem Primärpolypen von Renilla zur Anschauung bringen, und welche wohl jeder Student der Zoologie in Deutschland einmal vor Augen gehabt hat, stammen aus dieser ersten Abhandlung WILSONS her, in der er auch die interessante Mitteilung machte, daß die dorsalen Mesenterialfilamente, im Gegensatz zu den übrigen, ektodermaler Herkunft sind und einen oralwärts gerichteten Wimperstrom erzeugen.

Darauf folgten (1887 und 1889) Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte des Regenwurms, in denen nicht nur die Furchung genau beschrieben wurde, sondern vor allen Dingen auch die interessante Entstehung der Mesodermbänder aus am Hinterende des Embryos gelegenen Urmesodermzellen und der Bauchmark- und Nephridienanlagen von Teloblasten aus geschildert wird.

Nach diesen Untersuchungen an Oligochaeten war es das Bestreben WILSONS, die Entstehung des Mesoblasts und seine Beziehung zu den übrigen Keimblättern bei polychäten Anneliden festzustellen und die Anlage der drei Keimblätter womöglich bis auf bestimmte Furchungszellen zurückzuverfolgen. In den Eiern von Nereis limbata Ehlers und N. megalops Verrill fand er geeignete Objekte zur Lösung dieser Frage; und er löste sie nicht nur glänzend, sondern konnte auch darüber hinaus nicht nur bestimmte Keimblätter, sondern auch bestimmte Organe auf ganz bestimmte Furchungszellen zurückführen. So entstand die klassische Arbeit über die Furchungszellengenealogie des Nereiseies als typisches Beispiel der Mosaikfurchung tierischer Eier, welche das Fundament für den großen internationalen Ruf E. B. WILSONS legte. Sie ist es auch gewesen, welche ihn zur Entwicklungsmechanik hinführte; denn die Berührungspunkte der Nereisarbeit mit ROUX' Bestrebungen liegen ja klar auf der Hand. Hatte doch letzterer am Froschei die Hauptrichtungen des Embryos auf bestimmte Furchungszellen und sogar auf bestimmte Teile des befruchteten, aber noch ungefurchten Eies zurückgeführt und auch geglaubt, durch Abtötung bestimmter Furchungszellen bewiesen zu haben, daß hier dem Furchungsmosaik auch ein Mosaik der Potenzen entspräche, und waren doch damals (1891) gerade die ersten entwicklungsmechanischen Arbeiten von HANS DRIESCH erschienen, von denen die erste von dem „Wert der beiden ersten Furchungszellen in der Echinodermenentwicklung" handelte.

WILSON lernte DRIESCH selbst im Frühjahr 1892 in Neapel kennen, als er noch mit der Korrektur seiner Nereisarbeit beschäftigt war. Er kam von München, wo er sich längere Zeit aufgehalten und eine Freundschaft fürs Leben mit THEODOR BOVERI geschlossen hatte. Auch ich lernte damals WILSON in Neapel kennen, und ich erinnere mich noch mit großem Vergnügen an diesen Aufenthalt an der Stazione zoologica und an mein erstes Begegnen mit diesem hochgebildeten amerikanischen Forscher.

WILSON erweiterte in Neapel seine Untersuchungen am Nereisei noch durch Beobachtungen an anderen polychäten Ringelwürmern, doch ist die Hauptfrucht seines damaligen Aufenthaltes in Süditalien eine Arbeit, die er am Faro bei Messina machte, und die eine Wiederholung der DRIESCHschen Experimente am Seeigel an Eiern von Amphioxus lanceolatus darstellte. Er erhielt nach vollständiger Trennung der Zellen des Zwei- und Vierzellenstadiums normale Zwillinge und Vierlinge und bei unvollständiger Isolierung der zwei Zellen des ersten Furchungsstadiums Verwachsungszwillinge. Das stimmte ganz mit den Versuchen DRIESCHS überein. Neues aber kam dabei insofern heraus, als sich die isolierten Furchungszellen im Gegensatz zu den Seeigelblastomeren von Anfang an ganz furchten, und als WILSON eine Beschränkung der Potenzen auf dem Achtzellenstadium konstatieren konnte, auf welchem bei der Furchung das Material für Ekto- und Entoderm von einander getrennt wird.

Daß seine Befunde am Amphioxusei denen am Nereisei widersprechen, konnte damals noch nicht gesagt werden, da ja die Untersuchungen am Nereisei rein descriptiv waren, Beschreibung allein aber nur etwas über die prospektive Bedeutung, nie aber etwas über die prospektive Potenz aussagen kann. Es lag natürlich nahe, die Isolationsversuche von einzelnen Furchungszellen auch am Nereisei zu machen, aber es eigneten sich leider die Eier der meisten Anneliden nicht zu solchen Versuchen. Zwar hat dann später WILSON an den Eiern der Mollusken Dentalium und Patella, die eine ganz ähnliche Mosaikfurchung wie das Nereisei aufweisen, gezeigt, daß sich hier die isolierten Fur-

chungszellen zu dem entwickeln, zu dem sie sich auch im Verband mit den übrigen entwickelt haben würden, aber das war immer noch kein Beweis, daß sich die isolierten Zellen des Annelideneies ebenso verhalten würden. Erst 1904, zwölf Jahre nach Publikation der Nereisarbeit, gelang es ihm, in den Eiern von Lanice das geeignete Material zu finden, mit dem er nun tatsächlich den Beweis liefern konnte, daß bei dem Annelidenei ebenso wie bei den erwähnten Molluskeneiern die Mosaikfurchung ein Mosaik der Potenzen ist. So war also ein großer Unterschied zwischen den Eiern der Echinodermen und des Amphioxus auf der einen und der Mollusken und Anneliden auf der anderen Seite festgestellt worden. WILSON sah in seiner Mitteilung über die Laniceversuche die Erklärung für diese große Differenz zwischen den beiden Eigruppen darin, daß bei der ersten Furchungsteilung des Mollusken- und Annelideneies die cytoplasmatischen Stoffe asymmetrisch, bei den Seeigeln und beim Amphioxus dagegen symmetrisch verteilt werden, so daß im ersteren Falle die Tochterzellen qualitativ verschieden, im letzteren qualitativ gleich und nur quantitativ verschieden ausfallen. So dürfe es nicht wundernehmen, wenn im ersteren Falle aus isolierten Furchungszellen Defekt-, im letzteren kleine Ganzbildungen entstünden. Diese Ansicht enthält sicher etwas Wahres, erklärt aber die Differenz zwischen den beiden Eisorten noch nicht völlig, denn es gehört noch dazu, daß der einen Eisorte (Echinodermen, Amphioxus) die Fähigkeit zukommt, den Defekteibau zu einem Ganzeibau umzuregulieren, der zweiten Eisorte (Mollusken, Anneliden) aber diese Regulationsfähigkeit fehlt, freilich erst bei der Furchung, auf früheren Stadien nicht, wie andere Versuche von WILSON am Dentaliumei gezeigt haben.

Indem wir uns jetzt diesen letzteren zuwenden, kommen wir zu weiteren wichtigen entwicklungsmechanischen Ergebnissen, deren Feststellung wir EDMUND B. WILSON verdanken.

Durch die Untersuchungen von DRIESCH und MORGAN am Rippenquallenei war die Aufmerksamkeit der Forscher auf die Bedeutung der verschiedenen Plasmabezirke des Eies für die Ausgestaltung des Embryos gelenkt worden. Im Anschluß daran hatte ein Schüler WILSONS, CRAMPTON, am gefurchten Ei der Schnecke Ilyanassa den sog. Dottersack entfernt und einen Ausfall der Mesodermbänder infolge des Wegfalls dieser Plasmapartie, die keinen Kern enthält, festgestellt. WILSON hatte diese Arbeit seines Schülers mit einem Nachwort versehen, in welchem er auf die Bedeutung der Resultate dieser Arbeit für die Mosaiktheorie der tierischen Entwicklung hinwies, denn nicht nur das angeführte Hauptresultat war in CRAMPTONS Abhandlung zu finden, sondern auch der Nachweis, daß das Furchungsmosaik hier tatsächlich zugleich auch ein Mosaik der Potenzen ist.

An diese Arbeit CRAMPTONS schließen sich nun die beiden klassischen Schriften WILSONS „Experimental studies on germinal localization" an, die 1904 in den beiden ersten Heften des gerade gegründeten Journal of experimental Zoology erschienen. Einen Teil der Resultate dieser Untersuchungen haben wir bereits oben erwähnt. Hier sei nur auf zwei andere bedeutungsvolle Punkte hingewiesen. Erstens darauf, daß WILSON nach Entfernung des primären Dottersackes vom Zweizellenstadium des Dentaliumeies nicht nur das Resultat seines Schülers an Ilyanassa bestätigen, sondern auch bedeutend erweitern konnte. Er konstatierte nach der genannten Operation nämlich nicht nur den Ausfall der Mesodermbänder, sondern auch den Wegfall der Scheitelplatte und der ganzen posttrochalen Körperregion. In dem primären Dottersack müssen also irgendwelche notwendigen Bedingungen für die Entwicklung der Mesodermbänder, der hinteren Körperregion und der Scheitelplatte vorhanden sein. WILSON wurde so der Begründer der Lehre von den organbildenden Substanzen — er selbst spricht von formative oder determining stuffs —, wenn wir einen Ausdruck von JULIUS SACHS auf die tierische Embryologie übertragen wollen.

Zweitens aber konnte er die wichtige Entdeckung machen, daß vegetative Teile des unbefruchteten Eies nach Befruchtung sich wie ein ganzes Ei furchen, keinen verhältnismäßig viel zu großen, sondern einen proportionierten Dottersack und schließlich eine normale Larve bilden können. Auf einem so frühen Stadium ist also das Ei von Dentatium, das später ein typisches Mosaikei ist, wenigstens in seiner vegetativen Hälfte nach ein Regulationsei, wodurch der prinzipielle Unterschied zwischen den beiden Eisorten aufgehoben und zu einem graduellen gemacht wurde. Das bedeutet einen außerordentlich wichtigen Fortschritt in der Erforschung des Determinationsproblems.

Nicht minder bedeutungsvoll sind die Resultate der *cytologischen Arbeiten* WILSONS.

Dieselben begannen mit einer 1895 gemeinsam mit A. F. MATHEWS veröffentlichten Untersuchung über Reifung, Befruchtung und Polarität des Echinodermeneies, in welcher die FOLsche Centrenquadrille widerlegt wurde. Ihr folgte eine weitere Arbeit über Archoplasma, Centrosoma und Chromatin des Seeigeleies, welche die besten Zeichnungen und Photographien über die inneren Vorgänge bei der Befruchtung und ersten Furchungsteilung des Seeigeleies enthält. Diese Photographien bildeten den Grundstock zu dem sehr schönen „Atlas of Fertilization", den er zusammen mit LEAMING ebenfalls 1895 herausgab.

Den Höhepunkt aber der ersten Periode von WILSONS cytologischen Untersuchungen bilden die „Experimental Studies in Cytology", in welchen die inneren Vorgänge der unbefruchteten Seeigeleier geschildert werden, welche nach der osmotischen Methode von JACQUES LOEB zur künstlichen Parthenogenese gebracht worden waren. Das aufsehenerregende Resultat dieser Arbeiten bestand in dem Nachweis, daß man in kernlosen Eibruchstücken mit Hilfe der LOEBschen Methode Centro-

somen de novo entstehen lassen kann, die sich genau wie ein normales durch Teilung vermehren können. Das war ein schwerer Schlag für die Lehre vom Centrosoma als einem permanenten Organ der Zelle, weswegen auch gegen diese Deutung der WILSONschen Resultate eine meiner Meinung nach fruchtlose Opposition einsetzte.

Die zweite Periode von WILSONS cytologischen Untersuchungen bilden seine epochemachenden „Studies on Chromosomes", von denen die ersten 1905 erschienen. Er wurde durch dieselben zum Begründer unserer modernen Lehre von der Geschlechtsbestimmung. Zwar war schon im Jahre 1891 von HENKING bei der Feuerwanze, Pyrrhocoris, ein besonderes Chromatinelement beschrieben worden, das bei der zweiten Reifungsteilung der Spermatocyte ungespalten in eine Spermatide übergeht, so daß zweierlei Spermien, solche mit und solche ohne dieses besondere Chromatinelement, entstehen, aber die Beziehung zur Geschlechtsbestimmung hatte HENKING nicht erkannt, der das rätselhafte Gebilde mit dem Buchstaben X bezeichnete.

McCLUNG war der erste, welcher es 1902 mit der Geschlechtsbestimmung in Beziehung brachte, aber in verkehrter Weise, indem er der falschen Ansicht war, daß das männliche Geschlecht ein Chromosom mehr besitzen sollte als das weibliche, weswegen er auch das X-Chromosom als akzessorisches bezeichnete. Erst durch die mustergültigen Arbeiten WILSONS aus den Jahren 1905 und 1906 wurden die Verhältnisse richtig gestellt. Erst seitdem kennen wir die beiden Formeln:

$$(1)\left\{\begin{array}{l}\text{Ei mit } AX + \text{Spermium mit } AX \\ \qquad = AAXX = ♀ \\ \text{Ei mit } AX + \text{Spermium mit } A \\ \qquad = AAX = ♂\end{array}\right\}\begin{array}{c}\text{(Protenor-} \\ \text{Typus)}\end{array}$$

und

$$(2)\left\{\begin{array}{l}\text{Ei mit } AX + \text{Spermium mit } AX \\ \qquad = AAXX = ♀ \\ \text{Ei mit } AX + \text{Spermium mit } AY \\ \qquad = AAXY = ♂\end{array}\right\}\begin{array}{c}\text{(Lygaeus-} \\ \text{Typus).}\end{array}$$

In diesen beiden Formeln bedeuten X und Y die Geschlechtschromosomen, A die haploide Zahl der Autosomen d. h. aller übrigen Chromosomen. Die detaillierte Ausarbeitung der cytologischen Grundlagen der Geschlechtsbestimmung haben ihn und seine Schule noch viele Jahre weiter beschäftigt. Hier liegt eins der Hauptverdienste WILSONS vor, das von bleibender Bedeutung ist.

Die Vererbung des Geschlechts durch die Geschlechtschromosomen führte ihn natürlich auch zu der Chromosomentheorie der Vererbung im allgemeinen. So ist es nicht zu verwundern, daß er 1914 seine Croonian Lecture über die Bedeutung der cytologischen Untersuchungen für die Vererbung hielt, und daß er mit MORGAN zusammen 1920 eine Abhandlung über Chiasmatypie und Austausch publizierte.

In der letzten Zeit hat sich WILSON dem Studium der verschiedenen Einschlüsse des Protoplasmas, den Chondriosomen (Mitochondrien), dem Golgiapparat usw., und der Frage nach der Struktur des Protoplasmas erneut zugewandt. Betreffs der letzteren kommt er zu dem Schluß, daß der Wabenbau kein primäres Charakteristikum des Ooplasmas, sondern ein sekundäres Entwicklungsprodukt der Eizelle ist, da er den jungen Oocyten fehle und erst auf späteren Stadien durch Zusammendrängen der dispersen geformten Körperchen allmählich zustande komme.

Nachdem wir so einen kurzen, keineswegs erschöpfenden Überblick über E. B. WILSONS eigene Arbeiten erhalten haben, wollen wir uns noch seinen zusammenfassenden Werken zuwenden.

Mit W. SEDGWICK zusammen schrieb er eine pädagogisch außerordentlich geschickte „Einführung in die allgemeine Biologie", die in deutscher Übersetzung bei Teubner in Leipzig erschien und Lehrern an Mittelschulen und Anfängern wegen ihrer Klarheit warm empfohlen sei. Es ist ein Buch, welches sich an weite Kreise wendet. Dagegen ist für den fortgeschrittenen Studenten und den Forscher sein berühmtes Buch: „The cell in development and heredity" bestimmt, von dem im Jahre 1896 die erste, 1925 die dritte, außerordentlich stark vermehrte Auflage erschien, und das in seinem neuen Gewande zu einem wahren Standardwork geworden ist. Es ist ein unentbehrliches Hilfsmittel für jeden Forscher, der sich mit der Zellenlehre, sei es aus entwicklungsmechanischen, sei es aus genetischen Gründen abzufinden hat. Die große Klarheit und der feine, auch uns leicht verständliche englische Stil sind große Vorzüge des durchweg selbsterarbeiteten Buches. Der Verfasser hat es dem Gedächtnisse THEODOR BOVERIS gewidmet, dem er auch in einem schönen Artikel in der Gedächtnisschrift „Erinnerungen an Theodor Boveri" (Tübingen 1918 bei Mohr) noch ein anderes Denkmal gesetzt hat.

Nicht nur wir Deutsche, sondern auch die Biologen vieler anderer Länder müssen endlich E. B. WILSON noch für seine stille und erfolgreiche Arbeit bei der Reorganisation der zoologischen Station zu Neapel, die er so gern besuchte, von Herzen dankbar sein, denn letztere ist so wieder wie vor dem Kriege zu einem internationalen Forschungszentrum geworden, wie es kein zweites in der Welt gibt, und wo die verschiedensten Nationen friedlich zusammen arbeiten, ein wahrer Völkerbund im kleinen.

Als ein Zeichen des Dankes der deutschen Gelehrtenwelt war E. B. WILSON am 30. Juli 1909 beim 500jährigen Jubiläum der Universität Leipzig zum Dr. med. h. c. promoviert worden. Möge auch dieser kurze Artikel ihm die Versicherung unsrer hohen Einschätzung seines bisherigen Lebenswerkes und unsere besten Wünsche für die Zukunft über den Ozean hinübertragen.

Wege und Triebkräfte organischer Entfaltung.

Von E. Hennig, Tübingen.
(Aus dem Geologisch-paläontologischen Institut der Universität.)

Die Abstammungslehre wurde geschaffen auf Grund der Erfahrungen an heutigen Tieren und Pflanzen, deren fortlaufende Verteilung über verschiedene Organisationsgrade dadurch dem Verständnis näher gerückt werden sollte. Es entspricht das etwa einem Versuche aus der Verbreitung von Völkern und Staaten der Gegenwart über die Erde hin, den geschichtlichen Ablauf der Menschen rekonstruieren zu wollen. Der rettende Gedanke zur Erklärung jetziger Zustände war damit gewonnen; die Tatsachengrundlage konnte sich für ein solches Gebäude unmöglich als tragfähig erweisen. Entwicklungslehre konnte nur als historische Wissenschaft d. h. unter Zuhilfenahme geschichtlicher Dokumente gedeihen. Daß erste hypothetische Vorstellungen sich dabei restlos bestätigen müßten, konnte nicht wohl erwartet werden. Geologie und Paläontologie als Erd- und Lebensgeschichte haben begreiflicherweise das Bild nicht unverändert gelassen: Das Wesen des Problems, der Suchrichtung ist geblieben, mancher Gedanke erwies sich als vollauf berechtigt, in anderen Fragen gab es kleinere oder größere Ergänzungen oder Abweichungen, einiges muß von Grund auf anders dargestellt werden als erwartet worden war. In gewissen Dingen auch hat die Paläontologie schwere Enttäuschung bereitet; über die Anfänge des Lebens z. B. hat sie keine Auskünfte gebracht: Sie liegen weit außerhalb ihres eigenen Horizonts! Wie die „Geschichte" des Menschengeschlechts nur wenige Jahrtausende von mehreren Hunderttausenden nachweislicher Entwicklung umfaßt, so berichtet auch die Paläontologie nur über einen letzten „kurzen" Abschnitt der Lebensentfaltung auf dem Erdplaneten: es begreift nur eben noch das Hinzukommen der Wirbeltiere und der Landpflanzen in sich, der weitaus größere Teil organischen Geschehens bleibt uns einstweilen unzugänglich. Immerhin handelt es sich bei dem übersehbaren letzten Kapitel um die Vorgänge von rund 1000 Millionen Jahren! Und in diesem Zeitraum lesen wir nun die tatsächliche Abfolge des Geschehens wirklich ab, brauchen über Tempo, Entwicklungsrichtung, Verzweigungsart nicht oder doch nicht *nur* zu spekulieren. Die Abstammungslehre zu beweisen ist danach längst nicht mehr nötig, der organische Wandel ist völlig gesicherter Besitz des Wissens. Aber die *Bahnen*, in denen er sich vollzog, sind noch durchaus strittig. Denn gleich der Archäologie verfügt die Paläontologie nur über gewissermaßen ruinenhafte Überlieferungen und muß die Lücken der Erfahrung durch methodischen Ausgleich wettmachen. Die Frage nach den *Ursachen des Wandels* gar führt unmittelbar an die Grenze zum Transzendentalen.

Eine gewisse Großzügigkeit ist der Erd- und Lebensgeschichte eigen, die für sich allein mancherlei Gefahren birgt, von minutiöser Induktion jedenfalls recht entfernt ist und durch solche Feinarbeit in der Biologie der jetzigen Organismen ergänzt werden muß. Doch steht sie ihr als gleichberechtigte Forschungsart zur Seite: großes Gesichtsfeld bei geringerer Schärfe der Einzelfelder ist für Fragen der großen Entwicklungslinie fast bedeutsamer als mikroskopische Aufspaltung in letzte Feinheiten. Nicht individuelle Generationen stehen in ihren gegenseitigen Beziehungen zur Untersuchung, sondern „Arten", d. h. begriffliche Kombinationseinheiten.

Wenn sich aber eine Art in eine andere umwandelt, so bedeutet das natürlich, zumal wenn längere Zeit in Anspruch genommen wird, nicht einen Ausgangspunkt in einem Individuum bzw. Adam- und Eva-Pärchen, sondern ein allmähliches Hinüberwechseln des Schwergewichts anatomisch-morphologischer Eigenschaften. Da eine Art große Verbreitung haben kann, muß also auch nicht immer ein bestimmter Geburtsort des Neuen in Betracht kommen. Das ist dann aber im strengen Sinne schon nicht mehr *monophyletische* Entstehung der jüngeren Art. Sind doch häufig allgemeiner wirksam Umwelteinflüsse für den Wandel mit verantwortlich. In freilich recht verschiedenem Maße kann gleiches selbst für aufeinanderfolgende Gattungen oder noch höhere systematische Kategorien vorausgesetzt werden. Denn Richtung und Sinn der Umwandlung wird ceteris paribus übereinstimmen können. Doch gehört das, ohne daß allerdings eine scharfe Grenze bestünde, dann schon sehr bald in den Begriff der Parallelentwicklung (Orthogenese), und damit beginnt gewisse Unsicherheit. Denn unser System soll die jeweiligen Vorstellungen des Abstammungsvorgangs widerspiegeln. *Polyphyletische* Entstehung einer Gruppe ist dann aber contradictio in adjecto; nur genetische Einheiten können systematische Kategorien sein.

In der Tat ist nun eine deutsche paläontologische Schule daran gegangen unser ganzes System völlig aufzulösen, von der Art bis zum Stamm alle bisherigen Kategorien zu bloßen Entwicklungsstadien zu stempeln, die von parallelen Stammlinien unabhängig doch gleichzeitig durchlaufen würden (zahlreiche Reptilgestalten gingen danach in die ihnen äußerlich entsprechenden Säugeformen unmittelbar über usw.). An Stelle des *Stammbaums* wurden deshalb *Stammgarben* zur schlagwortartigen Versinnbildlichung gewählt. In der Tat ist heute gewiß, daß Ammoniten nicht einmalig aus Goniatiten hervorgingen, sondern der entsprechende Zustand der Gehäusebildung in mehreren Reihen unabhängig während der Perm- und Triaszeit erreicht wurde. Das heißt: Die „Ammoniten" sind polyphyletisch, müssen demnach als systematische Kategorie ausscheiden, sind

nur noch Bezeichnung für einen Organisationsgrad! Paläontologische Erfahrung hat ferner das Stammbaumschema wirklich als unzutreffend erwiesen. Ist es doch den menschlichen Adelsgeschlechtern entlehnt mit ihren auf Erbrecht, Macht und Wirtschaftsverhältnisse gestützten Haupt- und Nebenlinien. Anthropomorphismus ist es, solche Bewertungen ohne weiteres auf die Zusammenhänge des Lebens zu übertragen. Mit aller Wucht drängt sich die Erkenntnis auf, daß die Entwicklungslinien im Laufe der Zeit sich immer weiter aufspalten und voneinander entfernen, nach unten entsprechend sich nähern. Aber als fest greifbar erweisen sich die eigentlichen Abspaltungsstellen kaum je. Vergleiche einander nahe stehender gleichaltriger Formen ergeben nur zu oft Abweichungen, die den Gabelpunkt immer wieder zeitlich tiefer rücken lassen. So konnte denn der Verdacht entstehen, er läge sozusagen in der stratigraphischen Unendlichkeit und die benachbarten Lebensbahnen liefen einander in Wirklichkeit parallel. Das wäre freilich nahezu der Tod der Abstammungslehre.

Festhalten läßt sich aber, daß beispielsweise die fleisch-, pflanzen- und allesfressenden Säugetiere trotz all ihrer unabsehbaren Mannigfaltigkeit in der Gegenwart gegen die Kreide-Tertiärgrenze hin geradezu in ein Schema des Säugertyps zusammenlaufen; daß die ganze Formenfülle der Jura-Kreideammoniten sich auf eine eng umgrenzte Gruppe (Phylloceracea) des untersten Jura zurückführen läßt; daß die verschiedensten Zweige heutiger Fische, wie Ganoiden (samt aus ihnen hervorgegangenen Knochenfischen), Crossopterygier, Dipnoer im Devon kaum größeren Gesamtumfang als den einer Familie haben. Eine Konvergenz gegen die Wurzel hin ist also in zahlreichen Fällen über allem Zweifel erhaben; der Grundgedanke der Abstammungslehre hat sich durchaus bewährt und bestätigen lassen. Aber der Ablauf der Aufspaltung stellt sich paläontologischer Erfahrung anders dar: wo ein neuartiger Typ auftritt, pflegt er (nicht ohne Ausnahme natürlich) alsbald in zahlreiche „Modelle" auseinanderzustreben. Davon merzt die Selektion sehr bald einen großen Teil aus, die übrigen laufen nebeneinander her durch lange Zeiten, wobei orthogenetische Umwandlung nicht ganz selten ist. Um daher das Wesentliche schlagwortartig zu beleuchten, habe ich dies mindestens häufige Verhalten als *Stammstrauch* gekennzeichnet.

Als besonders wesentliche Ergänzung aber kommt hinzu, daß nicht ein Adam-Evapärchen die Abknospungsstelle für ganz neue große Typen bildet, in gut übersehbaren Fällen nicht einmal eine bestimmte Art, Gattung oder Familie, bei denen der Spezialist vergeblich nach der eigentlichen Gabelstelle fahndet. Z. B. kommt den Phylloceracea als Stammgruppe aller Neoammonoidea wohl die Bedeutung einer Ordnung zu, ebenso den Amioidei, innerhalb deren sich in verschiedenen Familien der Übergang von den Schmelzschuppern zu den Knochenfischen während der Juraperiode vollzieht. Das ist also gewiß nicht Monophylie im strengen Sinne. Aber hemmungslose Proklamation der Polyphylie zu folgern, wäre nicht minder ungenau. Denn das sind relative Begriffe, je nachdem ich auf Individuum, Art, Ordnung abziele. Wichtig ist indessen, daß nur *eine* Ordnung in den neuen Organisationsgrad überleitet, die anderen unverändert bestehen bleiben oder absterben. Der breite Lebensstrom wird also sehr merklich vorübergehend eingeengt, freilich nur, um sich nach oder schon in der Metamorphose wieder voll zu entfalten und alsbald jene angedeutete explosive Entwicklung folgen zu lassen. Will man auch hier wieder ein Kennwort in der Mitte zwischen zwei Extremen, so ist das von STEINMANN geprägte Wort einer *Oligophylie* ausgezeichnet. Die Herleitung einer Gruppe aus einer anderen auf solchem Wege entspricht vollkommen einer individuellen Fortpflanzung auf dem Wege der Knospung oder des Stecklings: ein ganzer Komplex aus dem schon vorhandenen Organismus wird zum Mutterboden des Neuen. Dann ist es auch nicht mehr bloße Enttäuschung, wenn sich eine bestimmte Art als Stammvater nicht nachweisen lassen will und spricht weder gegen den Entwicklungsgedanken überhaupt, noch gegen zureichende Unterlagen paläontologischer Forschung („Lückenhaftigkeit der Überlieferung")! Der organische Neuaufbau in anderem Gewande ist nichts anderes als eine Art Regenerationsprozeß, und es darf daher nicht irreführen, wenn dabei gewisse Formgebungen und Eigenschaftskombinationen von neuem auftreten, ohne auf entsprechende im alten Stadium unmittelbar zurückgeführt werden zu können.

Das ganze unfaßbare Wunder der Lebenserneuerung, das sich im Werdegang der jugendlichen Individualität vollzieht, beherrscht auch das Aufkommen größerer Gruppeneinheiten: aller Schwächen und Gegenkräfte ledig springt der neue Sproß ins Leben, anfänglich mit geradezu explosiver Gestaltungskraft. Und damit taucht das ewige Problem der dahinter stehenden *Triebkräfte* vor uns auf. Der Einwirkungen der Außenwelt auf Tier- und Pflanzenorganismus sind unendlich viele. Aber der Wandel des geographisch-klimatischen Erdoberflächenbildes ist ohne Gleichmaß und Einheitlichkeit. Das Leben, fast zielstrebig erscheinend mit seiner sicher weiterbauenden Folgerichtigkeit, muß also eigene innere Antriebe der Entfaltung haben; von außen kommt ihm nur Bedingung, nicht Ursache.

Das Wesen der Lebenssteigerung ist Komplikation. Den niedersten, einzelligen Lebewesen kann in gewissem Sinne Unsterblichkeit nachgesagt werden: Der Übergang in neue Teilglieder vollzieht sich ohne Leichenbildung. Tod und Geburt kommen erst später in die Ablösung der Generationen als unvermeidlich hinein. Von einer Steigerung der Lebensfähigkeit kann also keine Rede sein, weder als treibendem Faktor noch auch nur als Wirkung. Die Zelle kann nicht einfach wachsen, sie teilt sich, wenn Ernährungsoberfläche und Zell-

inhalt das normale Verhältnis zueinander zu verlieren drohen. Wo aber Zellhaufen entstehen, setzt zwischen den Teilhabern Arbeitsteilung ein und fortan sehen wir alles Leben gleichsam unter dem *Zwange der Wachstumssteigerung* stehen. Von winzigen Anfängen bringen es die Muscheln zu den über metergroßen Inoceramen und Rudisten der Kreide oder Tridacna der Gegenwart, Ammoniten zum Pachydiscus mit $2^1/_2$ m Durchmesser, Seelilien zu 18 m langen Gebilden im unteren Jura, aus taubengroßen Flugsauriern wird im Verlaufe von Jura und Kreide ein Pteranodon von 8 m Spannweite, von ähnlichem Ausgangspunkte her bringen es die Dinosaurier zu 30 m langen, 8 m hohen Ungetümen, die Säuger zu den Riesenkolossen der Walfische. Auch die Pflanzenwelt kennt gleiche Steigerung bis zu den Mammutbäumen Kaliforniens. Ein Vorteil ist damit keineswegs verbunden, mindestens nur seltene Nebenfrucht. Sehr viel häufiger zwingt diese Gesetzmäßigkeit zu völligem Umbau des Organismus: Die Verdunstungsverhältnisse bei Landtieren werden auf andere Grundlage gestellt, da wieder die Masse in anderem Maße zunimmt als die Oberfläche. Schlupfwinkel werden unzugänglich, Baumbewohnertum muß aufgegeben werden, ja, die eigene Muskulatur kann nicht immer Schritt halten mit der Gewichtsvermehrung und muß den Säulenbau der Extremitäten, d. h. die Tragfähigkeit der Knochen zu Hilfe rufen. Landpflanzen müssen, um nicht auseinanderzubrechen die uralte gablige Verzweigung gegen fiederstellige eintauschen. Übermäßiger Auftrieb statischer Organe, die für andere Proportionen geschaffen waren, nötigen zur Einführung von Ballast (Rostrum der Belemniten auf Orthocerasgehäuse) usw. Selbst die Ernährung muß unter Umständen völlig umgestellt werden: Pflanzen sind in größerer Menge zu beschaffen als tierische Beute, Kleintierlebewelt im Wasser für den vom Raubtierstamm kommenden Walfisch eher als große Nahrung, Insektenfresser aber müssen zum Raubtier werden, um zu Lande größere Körpermassen ernähren zu können. In jedem Falle werden Gebiß, Sinne, Bewegungsart, Muskulatur, Darmkanal, ja, der ganze Chemismus und selbst die Psyche aufs Einschneidendste in Mitleidenschaft gezogen. Eins reißt das andere mit sich. Die Mitwelt muß sich anpassen. Bloßes Wachstum wird so zu einer Haupttriebkraft im organischen Formenwandel. Die Großstadt läßt uns Komplikation und Nachteile solchen „Fortschritts" lebendig selbst empfinden.

Schwerer wiegen noch die Fälle, in denen das Wachstum nicht harmonisch alle Teile und Funktionen des Körpers zugleich ergreift. Besonders Vorsprünge, „Protuberanzen" des Schädels, neigen dazu: Die Schneidezähne der Elephantiden scheinen ursprünglichSchaufelfunktion gehabt zu haben. Später mochten sie noch als Waffe Verwendung finden, heute sind sie lediglich lästig und mindestens bei Spiralkrümmung als „Stoßzahn" unverwendbar; alte Bullen legen sie beim Ruhen wohl auf Baumäste, um sich wenigstens vorübergehend des Gewichts zu entledigen. Der Rüssel ist Gegenwehr, da ohne ihn Nahrungsaufnahme unmöglich geworden wäre. Aus solchen Selbstanpassungen entnehmen wir, daß wir unser Urteil nicht subjektiv färben. Bei Nagern ist dauernde, positiv zwecklose Abnützungsfunktion das Gegenmittel. Eckzähne bei fossilen Großkatzen zeigen gleiche Übertreibung im Wachstum und zwingen zum Ausbau des Kiefergelenks über normales Maß hinaus. Gehörn und Geweih sind bei einiger Größe oder spiraler Einrollung keineswegs mehr zweckmäßig, ja in dichtem Gehölz höchst hinderlich und öfters Anlaß gewesen in offene, weniger Schutz bietende Landschaft (Steppe, Moor) abzuwandern. Zweckmäßigkeit sehen wir in Unmäßigkeit, Wohltat in Plage verwandelt. Ein gewisses Trägheitsgesetz läßt die Richtung der Entwicklung selbst dann noch einhalten, wenn der ursprünglich damit verbundene Vorteil sich in sein Gegenstück wandelt.

Nicht ein „Ziel" also ist es in mindestens vielen Fällen, das den Organismus sozusagen zu sich heranzieht; die Gradlinigkeit der Entwicklung macht den Verdacht allerdings begreiflich. Die *Ablösung der Generationen* treibt vielmehr den Keil in einmal angenommener Richtung fast unaufhaltsam weiter. Eine jede baut von der Zelle auf neu den unendlich feinen Organismus der Vorfahren bis in allerletzte Züge hinein wieder aus; mit stets gleichem Kräftemaß begabt, braucht sie doch für die bloße Wiederholung nicht den gleichen Aufwand zur Überwindung der Gegenkräfte; ein leichter Überschuß vermag, am Ende der Bahn im festen gegebenen Gleis um ein Winziges vorzustoßen, die Zeiten summieren dies geringe Mehr zu dem erstaunlichen Ausbau. *Zweigeschlechtlichkeit* ermöglicht kleinste Varianten der Richtung und somit allmählich eintretende Divergenzen, Lebensfunktionen bleiben nicht ohne Wirkung auf den Gestaltungsweg.

Auch von diesem Gesichtswinkel ergibt sich, daß die Einführung des materiellen Todes ins organische Geschehen, d. h. das Abstoßen einer Leiche und die Regeneration des Organismus aus einer Keimzelle von unschätzbarer Bedeutung für den Ablauf des irdischen Lebens geworden ist. Die angesammelten Gegenkräfte werden wie eine Fessel abgestreift, das erneuerte Leben tritt mit verjüngten Kräften an die gleiche Aufgabe heran. Die Geißelschläge der Generationenfolge, die wir selbst zwischen den großen Gruppen wirken zu sehen glaubten, peitschen den Gestaltungsprozeß vorwärts; nicht immer zu höherer Vollkommenheit, doch folgerichtig. Die immer gewaltigere Komplizierung unseres Kultur- und Zivilisationsgrades macht uns weder besser noch eigentlich glücklicher, ist zu großen Teilen sogar Abwehrmaßnahme, um der zwangsläufigen Steigerung nicht zu erliegen. Wir fühlen aber da im Geistigen gleiche Gesetzmäßigkeiten, wie sie die physische Welt außer uns beherrscht und lenkt.

Pflanzenwachstum und Bodenreaktion [1]).

Von O. ARRHENIUS, Stockholm.

Seit langer Zeit bekannt war es, daß der Gehalt des Bodens an Säure und Base einen gewissen Einfluß auf das Gedeihen der Pflanzen und Pflanzengesellschaften ausübt. Doch war man meistens der Ansicht, daß diejenigen Böden die besten waren, welche neutral reagieren. Erst COVILLE brach zielbewußt gegen diese Ansicht vor, indem er die Meinung aussprach, daß gewisse Pflanzen am besten bei saurer Reaktion Höchsterträge liefern. COVILLE gewann auch durch seine Untersuchungen großen praktischen Erfolg. Sie sind nämlich die wissenschaftliche Grundlage der bekannten „acid soil cultures", d. h. der Anbau im großen Maßstab von Blau- und Moosbeeren auf den Torfmooren in den nordöstlichen Staaten Nordamerikas. Doch waren die Methoden COVILLES mit großen Fehlern und großer Unsicherheit behaftet, weshalb sie nur in den extremsten Fällen mit Anspruch auf Zuverlässigkeit verwendet werden können.

Wie in so vielen anderen Fällen fehlten hier die Methoden, die schnell, eindeutig und exakt, mit geringen Kosten gute Resultate liefern. Solche wurden aber sehr bald mit Hinsicht auf Bodenuntersuchungen ausgearbeitet und damit errangen letztere mit einem Schlag den ersten Platz bei den Forschungen der Biologen und der Bodenkundler während der letzten Jahre.

Die ersten Untersuchungen, die über die Wirkung der aktuellen Azidität, des p_H, auf das Gedeihen der Pflanzen ausgeführt worden sind, sind die von SALTER und MC ILVAINE. Sie beschäftigten sich hauptsächlich mit dem Zusammenhang zwischen p_H und Entwicklung von Keimpflanzen.

Später kamen eine Reihe von Arbeiten betreffs ökologischer Fragen, d. h. über den Zusammenhang zwischen dem p_H des Bodens und der Zusammensetzung der Pflanzengesellschaften. Durch diese Untersuchungen wurde gezeigt, daß eine sehr enge Beziehung zwischen diesen beiden Größen besteht; so wachsen die krautreichen Gesellschaften auf neutralem, die aus Zwergsträuchern bestehenden aber auf stark saurem Boden. Dadurch ist es aber nicht streng bewiesen, daß eine Abhängigkeit der Entwicklung der Pflanzengesellschaften vom p_H existiert, es könnte ja auch so sein, daß die verschiedenen Pflanzen einen Blattabfall von verschiedenem Säuregrad produzieren.

Es war deshalb notwendig, rein experimentelle Untersuchungen vorzunehmen. OLSEN machte dies und konnte die durch ökologische Observationen gewonnenen Befunde bestätigen.

Alle diese Erfahrungen machten es ja sehr wahrscheinlich, daß auch unsere Kulturpflanzen in verschiedener Weise sich gegenüber der Reaktion des Bodens verhalten. Sehr umfangreiche Versuche sind auch über diese Fragen während der letzten Jahre ausgeführt worden. Durch Gefäßversuche fand der Verfasser, daß unsere gewöhnlichen Ackergewächse ganz verschieden gegen das p_H des Bodens reagieren. So wachsen Weizen, Zuckerrüben, Gerste und Luzerne am besten bei neutraler bis alkalischer Reaktion. Roggen, Hafer, Kartoffeln, Wasserrüben und Thimotee geben dagegen Höchstertrag auf stark saurem Boden. Klee und Kohlrüben ziehen eine schwach saure Reaktion vor.

Bei allen diesen biologischen Versuchen kann man ja niemals sicher sein, daß es nicht sekundäre Wirkungen sind, die den Ausschlag geben. Man muß deshalb versuchen, die Frage von einer ganz anderen Seite anzufassen.

Mit spezieller Berücksichtigung der praktischen Gesichtspunkte, die ja bei diesen Untersuchungen so außerordentlich wichtig sind, wurden Felduntersuchungen vorgenommen, d. h. die Reaktionsverhältnisse im Felde wurden geprüft und mit dem Ertrag und dem allgemeinen Gedeihen der verschiedenen Kulturpflanzen verglichen. Vor allem sind hier Untersuchungen betreffs der Zuckerrübe gemacht worden, teils weil man bei dem Rübenbau sehr korrekte Ernte- und Arealangaben bekommt, teils weil von der Seite der Schwedischen Zuckerfabrik A.-G. aus während der letzten Jahre sehr umfangreiche Bodenuntersuchungen vorgenommen worden sind. Betreffs der Gerste ist eine kleinere Untersuchung ausgeführt worden mit besonderer Berücksichtigung der Produktion der Malzgerste. Auch betreffs der anderen gewöhnlichen Feldfrüchte sind dergleichen Bearbeitungen, obwohl nur im kleineren Maßstab, gemacht worden.

In allen Fällen sind die Resultate dieselben; die Ergebnisse der Gefäßversuche und die der Felduntersuchungen decken sich vollkommen. Man kann also daraus schließen, daß die Resultate der Gefäßversuche richtig gedeutet worden sind.

Die praktischen Ergebnisse sind von allergrößter Bedeutung. Die Felduntersuchungen auszuführen ist eine einfache und wenig kostspielige Sache. Man kann also dergleichen Untersuchungen als eine Art Betriebskontrolle in der Landwirtschaft einführen. Seit langer Zeit haben ja die großen Industrien die großen Vorteile der Betriebskontrolle gewürdigt, die Landwirte sind in dieser Hinsicht stark rückständig. Durch Einführen einer solchen Kontrolle erhält man Kenntnis davon, ob der in Frage kommende Faktor höchstmögliche Ernten der verschiedenen Pflanzen erlaubt oder nicht, wie er abgeändert werden muß und schließlich welche Pflanzen am besten auf diesem Boden gedeihen. Eine solche Betriebskontrolle für alle in Frage kommenden Faktoren einzuführen ist leider unmöglich wegen der Mannigfaltigkeit der

[1]) Für einen ausführlichen Bericht und Literatur siehe: Kalkfrage, Bodenreaktion und Pflanzenwachstum. Akad. Verlagsges. Leipzig 1926.

Wachstumsfaktoren, in den Fällen aber, wo sie praktisch verwertbare Resultate gibt, muß man sie unbedingt verwenden.

Man macht vielleicht den Einwand, daß eine solche Kontrolle zu große Kosten tragen würde, auch ihre Organisation wird vielleicht zu kompliziert. Die Kosten sind aber nicht hoch, unter schwedischen Verhältnissen steigen sie bei Massenuntersuchungen bis auf 15—20 Öre pro Probe (im allgemeinen 1 ha entsprechend). Daß eine Untersuchung im großen vorgenommen werden kann, zeigen ja die Resultate der Schwedischen Zuckerfabrik A.-G., durch deren Laboratorien während der letzten Jahre mehr als 200 000 p_H-Bestimmungen in Bodenproben ausgeführt worden sind.

Die praktischen Fragen dieser Probleme kann man also als ziemlich endgültig gelöst ansehen, speziell ist dies der Fall betreffs der Zuckerrüben.

Die Lösung der theoretischen Fragen ist aber noch weit entfernt vom Ziel. Dies hängt natürlicherweise an erster Stelle davon ab, daß die Anstellung biologischer Versuche sehr schwierig ist wegen der großen Versuchsfehler. Im allgemeinen muß man sich ja auf diesem Gebiet mit Hypothesen und Wahrscheinlichkeitsbeweisen begnügen.

Bei Ausführung der obengenannten Gefäßversuche zeigte das Wachstum der Pflanzen in Beziehung zur Bodenreaktion in einigen Fällen einen sehr eigentümlichen Verlauf, indem die Ertragskurve zwei Optima zeigt. Andere Arten dagegen geben eine eingipfelige Kurve.

Diese Eigentümlichkeit könnte man z. B. dadurch erklären, daß die Wasserstoffionenkonzentration des Bodens teils direkt das Wachstum der Pflanzen bewirke, teils auch das Wachstum sekundär, d. h. durch Veränderung gewisser Bodeneigenschaften beeinflusse. Es ist aber eigentümlich, daß man dieselbe Zweigipfeligkeit in verschiedenen Böden bekommt, so z. B. kann man sie sowohl in einem angesäuerten alkalischen Boden wie in einem alkalinisierten sauren bekommen. Es scheint also, als ob man es hier mit einer direkten Wirkung in beiden Fällen zu tun hat. Um die Sache näher prüfen zu können, wurden Versuche während möglichst konstanter Bodenreaktion und konstanten Ernährungsverhältnissen ausgeführt. Die Versuche wurden folgendermaßen angestellt. Gewöhnlicher Mörtelsand wurde durch Zusatz von Säure oder Alkali zu verschiedenen p_H-Stufen geführt. Die Gefäße mit Sand wurden dann jeden Tag während der Vegetationsperiode mit einer Nährlösung von derselben Wasserstoffionenkonzentration durchgespült und zwar wurde so viel zugegossen, daß die alte Nährlösung im Boden verdrängt wurde und die neue ihren Platz einnahm. In dieser Weise wurde teils das p_H des Bodens konstant gehalten, teils auch die Ernährungs- und anderen Verhältnisse während der Vegetationsperiode möglichst gleich gehalten.

Die Resultate dieser Versuche standen im vollkommenen Einklang mit denen der früheren Experimente. Dies macht es ja sehr wahrscheinlich — die Wahrscheinlichkeit scheint ja beinahe in Wahrheit überzugehen — daß die Zweigipfeligkeit der Wachstumsreaktionskurve direkt von der Reaktion des Substrates abhängt. Wie kann man aber diesen eigentümlichen Kurvenverlauf erklären? Man redet immer von einer Abänderung der Wasserstoffionenkonzentration, gleichzeitig ändert man ja aber auch einen anderen Faktor, nämlich die Hydroxylionenkonzentration. Aller Wahrscheinlichkeit nach übt die Konzentration der Hydroxylionen einen ebenso großen Einfluß aus wie die der Wasserstoffionen. Man vergleiche nur den Einfluß der verschiedenen Ionen in z. B. KNO_3. Das Wachstum ist also nicht von *einem*, sondern von *zwei* Faktoren abhängig. Man muß deshalb annehmen, daß man zwei Wachstumskurven hat, deren Produkt die durch die Experimente gewonnene Kurve ist, und abhängig von Form und gegenseitiger Lage der zwei Kurven entsteht dann eine ein- oder zweigipfelige. Durch diese Annahme erhält man ja einen sehr natürlichen Erklärungsgrund dieser Tatsachen.

Diese Erklärung ist einstweilen aber doch eine reine Arbeitshypothese, ob sie richtig ist oder nicht werden wohl künftige Experimente zeigen.

Die zwei Optima der Wachstumskurve sucht diese Darlegung zu klären, sie gibt aber keine Erklärung für den *Verlauf* der Kurve. Bei den gewöhnlichen Nährsalzen kann man ja immer den Verlauf der Wachstumskurve durch das Schema: zu wenig — Hunger; genügend — Höchstertrag; zu viel — Vergiftung, erklären. Weder die OH-Ionen noch die $H^{\cdot}$ dienen der Pflanze als Ernährung. Es muß also hier eine andere Wirkung vorliegen. Man könnte dann annehmen, daß das p_H des Substrates das des Zellsaftes beeinflußt. Durch mehrere Untersuchungen wissen wir aber, daß dies nicht der Fall ist. Dagegen weiß man, daß die Salzaufnahme der Pflanzen sehr stark von der Reaktion des Außenmediums abhängig ist. Die Aufnahme wird um so stärker, je ungünstiger die Verhältnisse werden. Sehr wahrscheinlich ist es ja dann, daß hier eine Art von Salzvergiftung eintritt.

Die großen Schwierigkeiten bei der Lösung dieser Probleme liegen darin, daß die Kulturmethoden so unzuverlässig sind. Es wäre von allergrößter Bedeutung, daß speziell auf diesem Gebiet weitergearbeitet würde, nicht nur zur Lösung der hier berührten Fragen, sondern auch der naheliegenden auf dem Gebiet der Ernährungsphysiologie.

Zuschriften.

Der Herausgeber bittet, die *Zuschriften* auf einen Umfang von *höchstens* einer Druckspalte zu beschränken, bei längeren Mitteilungen muß der Verfasser mit Ablehnung oder mit Veröffentlichung nach längerer Zeit rechnen.

Für die Zuschriften hält sich der Herausgeber nicht für verantwortlich.

Berichtigung zu dem Aufsatz von G. Sachs: Beitrag zum Härteproblem.

(Naturw. 1926, S. 1219.)

Herr Dr. SACHS glaubt in seinen Versuchen eine Widerlegung der von mir entwickelten Anschauungen über die plastische Formänderung beim Eindringen eines Stempels in einen Körper[1]) festgestellt zu haben. Darauf ist zu erwidern, daß meinen Überlegungen ein zweidimensionales Spannungssystem zugrunde liegt, wie es bei nach der dritten Richtung sehr ausgedehnten Körpern auftritt. Für kurze Körper, wie sie Herr SACHS verwandt hat, vgl. seine Fig. 11, brauchen meine Überlegungen nicht zu stimmen, es war vielmehr von vornherein zu erwarten, daß sich hier die Vorgänge anders abspielen. Ein Verlauf der Vorgänge nach meiner Theorie wird bei Stoffen, deren Verhalten der Fig. 1 der SACHSschen Abhandlung entspricht, z. B. Flußeisen, zu erwarten sein, wenn eine lange abgestumpfte Schneide in einen sowohl in der Druckrichtung wie auch quer dazu hinreichend ausgedehnten Körper eingedrückt wird. Die plastischen Bereiche ergeben sich dabei so wie in der Figur, oberes Bild. Wenn der Stempel nicht exakt geführt ist, sondern seitlich ausweichen kann, so bildet sich oft nur die eine Hälfte der

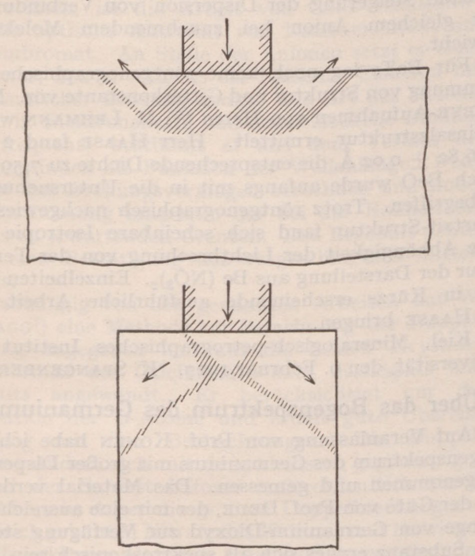


Fig. 1. Plastisch deformierte Gebiete sind fein schraffiert.

Figur aus. Hat der Körper keine genügenden seitlichen Abmessungen, so tritt auch wohl ein Abrutschen nach der Seite auf, wobei dann die charakteristischen Sektoren nicht oder nur zum Teil zur Entwicklung gelangen, vgl. das untere Bild. Die Last ist dann auch entsprechend geringer. Bei Kupfer und ähnlichen sich stark verfestigenden Materialien muß ein wesentlich anderes Verhalten erwartet werden, das sich mehr dem elastischen Spannungszustand nähert. Es sei noch bemerkt, daß die Versuche von NADAI[1]) eine gute Bestätigung meiner Anschauungen geliefert haben.

Göttingen, im Januar 1927. L. PRANDTL.

[1]) Göttinger Nachrichten 1920, S. 74; Zeitschr. f. angew. Mathem. u. Mechanik 1, 15. 1921.

[1]) Zeitschr. f. angew. Mathem. u. Mechanik 1, 20. 1921.

Zur Frage der Halbzahligkeit des Oszillationstermes.

Die neue Quantenmechanik unterscheidet sich u. a. dadurch in ihren Ergebnissen von der früheren, daß sie für den Oszillator den Term $(n + \frac{1}{2})\nu_0 + \dots$ liefert, wo n eine ganze Zahl ist. Der Term unterscheidet sich also von dem PLANCKschen $n\nu_0$ um die Konstante $\nu_0/2$. Da nun aus den Spektren immer nur Termdifferenzen (Differenzenquotienten) entnommen werden können, so läßt sich eine Entscheidung zwischen den beiden Formeln im allgemeinen empirisch nicht treffen. Nur in dem Falle, daß ein Bandenspektrum von zwei Isotopen vorliegt, ist unter günstigen Umständen der Absolutwert der Laufzahl festzustellen. Man geht dabei davon aus, daß der Elektronenanteil des Terms praktisch konstant ist, wenn im Molekül ein Atom durch ein isotopes ersetzt wird. Dagegen geht der Oszillationsanteil

$$T_1 = n^*\nu_0 - n^{*2}x + \dots$$

über in $T_2 = n^*\nu_0\varrho - n^{*2}x\varrho^2 + \dots$ (n^* ganz- oder halbzahlig, $\varrho = \sqrt{(^1/M_2 + {}^1/M')/(^1/M_1 + {}^1/M')}$, M_1, M_2 Atomgewichte der Isotopen, M' Atomgewicht des zweiten Atoms). Bildet man nun die Frequenz eines Teilbandenursprungs $\nu_1 = \nu_{el} + T_1'(n^{*\prime}) - T_1''(n^{*\prime\prime})$ bzw. $\nu_2 = \nu_{el} + T_2'(n^{*\prime}) - T_2''(n^{*\prime\prime})$, so kommt:

$$\begin{aligned}\nu_2 - \nu_1 &= (\varrho - 1)[n^{*\prime}\nu_0' - n^{*\prime\prime}\nu_0''\\&\quad - (\varrho + 1)(n^{*\prime 2}x' - n^{*\prime\prime 2}x'')] + \dots\\&= (\varrho - 1)[\Delta n^*\nu_0' + n^{*\prime\prime}(\nu_0' - \nu_0'')\\&\quad - (\varrho + 1)(n^{*\prime 2}x' - n^{*\prime\prime 2}x'')] + \dots\end{aligned}$$

Man sieht, daß diese Differenz nur dann verschwindet, wenn $n^{*\prime\prime} = n^{*\prime} = 0$ oder $\nu_0' - \nu_0'' = 0$ und $\Delta n^* = n^{*\prime} - n^{*\prime\prime} = 0$. (Von den kleinen quadratischen Gliedern ist dabei im zweiten Falle abgesehen.) Am günstigsten für die Festlegung von $n^{*\prime\prime}$ sind offenbar Banden, in denen $\nu_0' - \nu_0''$ möglichst groß ist, da nur dieses Glied neben den quadratischen Gliedern die Bestimmung von $n^{*\prime\prime}$ gestattet. Kann man nun aus den empirischen Daten entnehmen, daß für keine Teilbande $\nu_2 - \nu_1$ verschwindet, so folgt daraus die Nichtganzzahligkeit von n^*. Bekanntlich hat R. S. MULLIKEN bei den BO-Banden auf diese Weise geschlossen (Phys. Rev. 25, 259. 1925), daß der Oszillationsterm halbzahlig ist. Dagegen kam er bei SiN zu dem Ergebnis, daß die Darstellung mit ganzen Zahlen wesentlich bessere Übereinstimmung mit der Erfahrung liefert (Phys. Rev. 26, 319. 1925). Bei CuJ blieb die Frage unentschieden (Phys. Rev. 26, 1. 1925). Auf Veranlassung von Prof. KRATZER habe ich nun die MULLIKENschen Überlegungen nachgeprüft und festgestellt, daß MULLIKEN bei seiner Berechnung bei SiN ein Fehler unterlaufen ist; er gewinnt nämlich die Daten für die schwächeren Isotopen aus denen der stärkeren Banden durch Umrechnung von der Formel T_1 auf T_2, wobei er ganzzahlige Werte der Laufzahl zugrunde legt. Erst nach-

träglich geht er in den beiden Formeln zu halbzahligen Werten über. Er bestimmt also dadurch zunächst alle Termkonstanten und insbesondere auch den Elektronenterm durch die ganzzahlige Formel, und der nachträgliche Übergang zu den halbzahligen Laufzahlen wird mit falschen Konstanten ausgeführt, wie eine einfache Rechnung zeigt. Entscheidend ist dabei die Differenz der beiden Zahlenwerte des Elektronentermes bei den verschiedenen Darstellungen. Führt man jedoch die Umrechnung richtig durch, so zeigt sich, daß die halbzahlige Termformel bei SiN Werte für die Isotopieaufspaltung liefert, die durchaus mit der Erfahrung übereinstimmen. Die Fehlersumme wird bei der halbzahligen Darstellung etwas kleiner als bei der ganzzahligen. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei CuJ und SnCl (W. JEVONS, Proc. Roy. Soc. **110**, 365. 1926), wo jedoch wegen der fehlenden Kenntnis der Linienstruktur der Banden die Rotationsaufspaltung nicht berücksichtigt werden kann. Die Untersuchungen von WATSON bei MgH sprechen dort für Halbzahligkeit. Zusammenfassend läßt sich sagen, daß *in keinem Falle die ganzzahlige Termformel* empirisch *vorzuziehen ist*; wo eine sichere Entscheidung möglich ist ($\nu_0' - \nu_0''$ groß), fällt diese zugunsten der halbzahligen Formel aus.

Münster i. W., den 4. Februar 1927.

ELIS. WOLDERING.

Lichtbrechungsbestimmungen an den Erdalkaliverbindungen mit O, S, Se und Te.

Die Gesetzmäßigkeiten der Lichtbrechung, die vom Unterzeichneten früher besprochen worden sind[1]), legten es nahe zu prüfen, ob bei den ebenfalls in NaCl-Struktur krystallisierenden Verbindungen von Mg, Ca, Sr und Ba mit O, S, Se und Te gleichartige Beziehungen bestünden. Herr M. HAASE hat die hierzu notwendigen Messungen der Lichtbrechungen der genannten, meist selbst dargestellten Stoffe mit Ausnahme von MgTe sorgfältig neu, meist erstmalig ausgeführt. Hierzu war auch eine Prüfung der erreichbaren Genauigkeit der Einbettungsmessungen derartiger pulverförmiger und hochlichtbrechender Substanzen mit Hilfe von Gläsern aus (Se + S)-Gemischen oder Piperin + SbJ_3 notwendig. Es ließ sich bei guten Grenzen der Kryställchen ± 0,001 an Genauigkeit erreichen.

In folgender Übersicht sind die neuen Daten aus der abgeschlossen vorliegenden Untersuchung M. HAASES wiedergegeben. Mit Ausnahme von SrS und SrTe zeigen die Werte die gleichen Gesetzmäßigkeiten wie die entsprechenden Alkalihalogenide. Auf Näheres kann hier nicht eingegangen werden.

n_D	O	S	Se	Te
Mg	1,7366	2,26	> 2,42 2,44*)	3,05*)
Ca	1,838	2,137	2,274	> 2,51 2,605*)
Sr	1,870	2,107	2,220	2,408
Ba	1,980	2,155	2,268	2,440

*) Berechnete Werte.

Zum weiteren Vergleich ist in den beiden folgenden Zusammenstellungen eine Übersicht der nach kritischer Sonderung der vorhandenen meist röntgenographischen Bestimmungen ausgewählten *Dichten* sowie der damit nach LORENTZ-LORENZscher Formulierung erhaltenen *Molekular-Refraktionen* für n_D wiedergegeben.

[1]) Dichte und Lichtbrechung der Alkalihalogenide, Zeitschr. f. Krystallographie **57**, 494.

Dichte	O	S	Se	Te
Mg	3,582	2,843	4,268	—
Ca	3,367	2,71	3,806	4,873
Sr	5,143	3,913	4,544	5,218
Ba	6,086	4,377	4,937	7,593

Mol-Refraktion	O	S	Se	Te
Mg	4,51	11,47	15,0 15,1*)	19,3*)
Ca	7,19	14,45	18,24	22,04 22,65*)
Sr	9,16	16,33 16,90*)	20,81	25,39
Ba	12,42	21,26	25,45	29,94 30,9*)

*) Berechnete Werte.

Sowohl Molekularvolumina wie die Molekularrefraktionen fügen sich den genugsam bekannten linearen Beziehungen mit einzelnen im Höchstfalle etwas über 3% betragenden Abweichungen. Auch *Dispersionsmessungen* sind von M. HAASE unter Benutzung eines Monochromators an allen genannten Substanzen durchgeführt worden. Es zeigte sich eine wesentliche Zunahme der Dispersion von den Oxyden über Sulfide und Selenide zu den Telluriden. Neben diesem Einklang zu entsprechenden Verhältnissen bei den Alkalihalogeniden fand sich jedoch auch eine allerdings nur bei der Reihe der Oxyde besonders auffallende Steigerung der Dispersion von Verbindungen mit gleichem Anion bei zunehmendem Molekulargewicht.

Für BaTe lag noch keine röntgenographische Bestimmung von Struktur und Gitterkonstante vor. Nach DEBYE-Aufnahmen von Herrn W. M. LEHMANN wurde Steinsalzstruktur ermittelt. Herr HAASE fand $2\,d_{(100)} = 6{,}82 \pm 0{,}02$ Å, die entsprechende Dichte zu 7,593. — Auch BeO wurde anfangs mit in die Untersuchungen einbegriffen. Trotz röntgenographisch nachgewiesener Wurtzit-Struktur fand sich scheinbare Isotropie und eine Abhängigkeit der Lichtbrechung von der Temperatur der Darstellung aus Be $(NO_3)_2$. Einzelheiten wird die in Kürze erscheinende ausführliche Arbeit von M. HAASE bringen.

Kiel, Mineralogisch-petrographisches Institut der Universität, den 9. Februar 1927. K. SPANGENBERG.

Über das Bogenspektrum des Germaniums.

Auf Veranlassung von Prof. KONEN habe ich das Bogenspektrum des Germaniums mit großer Dispersion aufgenommen und gemessen. Das Material verdanke ich der Güte von Prof. DEDE, der mir eine ausreichende Menge von Germanium-Dioxyd zur Verfügung stellte. Die Substanz erwies sich als spektroskopisch rein. Die Bogenlinien des Germaniums ließen sich bis auf 0,001—0,002 AE messen. Es gelang, die starken Linien in ein Schema mit konstanten $\delta\nu$ einzuordnen, das, wie beim Zinn, die Existenz von 5 Termen mit den Schwingungsdifferenzen:

557,11, 852,81, 5715,33 und 9242,38

festlegt. Eine Untersuchung des Zeemaneffektes ist im Gange.

Bonn, den 9. Februar 1927. C. RICHTER.

Parameterbestimmung mit Hilfe der optischen Eigenschaften der Krystalle.

Zur Bestimmung von Parametern in Krystallgittern kann man zur Ergänzung der Strukturforschung mit

Röntgenstrahlen optische Eigenschaften, vor allem den Verlauf der Brechungsindices als Funktion der Wellenlänge heranziehen.

Die erste Arbeit, in der die elektromagnetischen Vorgänge in einem anisotropen Medium in Verbindung mit der Gittertheorie der Krystalle gesetzt werden, ist die Dissertation von EWALD[1]) vom Jahre 1912. Sie ist eine Weiterführung der LORENTZ-PLANCKschen Theorie der Dispersion in isotropen Medien. Er behandelt die Fortpflanzung einer ebenen Welle in einem rhombischen Dipolgitter. Es handelt sich dabei nicht um erzwungene, sondern um freie Schwingungen des aus Feld und Dipolen bestehenden Systems. Die Anregung dieser Schwingungen durch eine von außen auf den Krystall auffallende Welle, führt auf das Problem der Brechung und Reflexion, das EWALD[2]) vom Standpunkt der Gittertheorie aus für beliebige Wellenlängen gelöst hat. Auch die durch die Methode der Thetatransformationsformel vereinfachte Berechnung der Gitterpotentiale ist EWALDS[3]) Verdienst.

Die EWALDschen Resultate wurden von BORN[4]) der allgemeinen Gittertheorie eingeordnet. Das Problem der optischen Aktivität wurde gleichzeitig von BORN[4]) und OSEEN[5]) gelöst. Die Theorie von BORN ergibt sich ohne weiteres aus der allgemeinen Gitterdynamik und beruht auf der elektromagnetischen Koppelung der schwingenden Partikeln. Damit ist die Theorie der Gitteroptik als abgeschlossen zu betrachten.

Ein erster Vorstoß in der Richtung, optische Eigenschaften aus einer bekannten Gitterstruktur numerisch zu berechnen, ist die Arbeit von CARL HERMANN[6]) über die optische Aktivität von Natriumchlorat und Natriumbromat. An Stelle der Anionen setzt er einen Resonator, den er sich als ein N-faches Elektron mit quasielastischer Bindung denkt. Die Art des Resonators, d. h. Elektronenzahl und quasielastische Bindung (Eigenfrequenz) bestimmt er aus dem Verlauf des Brechungsindex als Funktion der Wellenlänge. Dann kann er das Drehungsvermögen berechnen und findet Übereinstimmung innerhalb der bei der Rohheit des Modells zu erwartenden Grenzen. Das Ergebnis deutet er als eine Bestätigung des vorgeschlagenen Gittermodells.

Unabhängig von den genannten Arbeiten hat W. L. BRAGG[7]) eine Methode zur Berechnung der Doppelbrechung angegeben und auf die beiden Krystallisationsformen des Calciumcarbonats, Kalkspats und Aragonits angewandt. Er berücksichtigt nur die Polarisation der O-Atome und erhält gute Übereinstimmung mit den Beobachtungen. Die Doppelbrechung ändert sich mit dem kleinsten gegenseitigen Abstand der Sauerstoffatome außerordentlich stark, und er konnte daher die größere Doppelbrechung der ganz gleich gebauten Nitrate des Kaliums und Natriums dadurch erklären, daß die Sauerstoffatome einander näher gerückt sind. Auch die Lage der O-Atome in Korund bestimmt er mit Hilfe der Doppelbrechung, und erhält gute Übereinstimmung, mit den Ergebnissen der Röntgenanalyse.

---

1) P. P. EWALD, Diss. München 1912.

2) P. P. EWALD, Ann. d. Phys. **49**, 1 und 117. 1916.

3) P. P. EWALD, Ann. d. Phys. **64**, 253. 1921.

4) M. BORN, Atomtheorie des festen Zustandes, Enc. d. math. Wissensch. 5, 25.

5) C. W. OSEEN, Ann. d. Phys. **48**, 1. 1915.

6) Zeitschr. f. Physik **16**, 103. 1923.

7) Proc. of the roy. soc. of London, Ser. B. **105**, 370. 1924 und **106**, 346. 1925.

Die BRAGGsche Methode unterscheidet sich von der HERMANNschen dadurch, daß die Brechungsindices nur für eine Spektrallinie berechnet werden. Daher braucht man nur eine unbestimmte Größe einzuführen, die Polarisierbarkeit des Ions, die jedenfalls annähernd aus der Molekularrefraktion[1]) oder der RYDBERG- und RITZ-Korrektion der Serienspektra[2]) berechnet werden kann. Auch wird nicht, wie in der HERMANNschen Arbeit, das elektrostatische Feld der geladenen Ionen, das eine Anisotropie der quasielastischen Bindung der Elektronen bewirkt, berücksichtigt.

Im engen Anschluß an die HERMANNsche Arbeit und ohne Kenntnis der BRAGGschen Untersuchungen habe ich die Doppelbrechung einiger Krystalle berechnet. Es fiel mir sogleich auf, daß sich die Doppelbrechung mit gewissen Verschiebungen der Ionen stark änderte, und daß man sie daher vielleicht zu sehr genauen Parameterbestimmungen benutzen konnte. In dieser Weise wurde der Cl-Parameter in Calomel, Hg_2Cl_2, in völliger Übereinstimmung mit den röntgenometrischen Ergebnissen bestimmt[3]).

Von besonderem Interesse sind die beiden Modifikationen von TiO_2, Rutil und Anatas, die stark doppelbrechend sind, und zwar Rutil positiv, Anatas negativ. Die Struktur beider Krystalle ist zuerst von VEGARD[4]) bestimmt worden und erhält nur einen Parameter. Ersetzt man die Sauerstoffatome durch geeignete Resonatoren, so kann man für einen ganz bestimmten Wert des Sauerstoffparameters den richtigen Verlauf beider Brechungsindices erhalten. Auch hier ist die Übereinstimmung mit dem röntgenometrischen Wert des Parameters für beide Krystalle vorzüglich.

Je größer die Anzahl der zu berechnenden optischen Größen ist, um so wertvoller werden die Rechnungen. In den besprochenen Fällen kann man durch Parameteränderung immer Übereinstimmung erreichen. Wenn die Krystalle aber z. B. noch Drehungsvermögen zeigen, wird die Zuverlässigkeit der gemachten Voraussetzungen erst scharf geprüft. Das ist der Fall für Quarz und zwar sowohl für α-Quarz wie für β-Quarz. Die Struktur von β-Quarz ist nach den Untersuchungen von BRAGG und GIBBS[5]) und von WYCKOFF[6]) bekannt. Die Berechnungen zeigen, daß die Doppelbrechung für *zwei* Werte des zu bestimmenden Sauerstoffparameters richtig herauskommt. Welcher oder ob überhaupt einer von diesen die richtige Größe des Drehungsvermögens gibt, werden erst die weiteren Rechnungen zeigen. Auffallend ist, daß der eine Wert genau in der Mitte des von WYCKOFF[6]) mit engen Grenzen angegebenen Intervalles liegt.

Die Rechnungen über Rutil und Anatas werden bald in der Zeitschr. f. Krystallographie erscheinen.

Göttingen, den 19. Februar 1927.

EGIL A. HYLLERAAS.

---

1) J. A. WASASTJERNA, Comm. Fenn. **1**, 37. 1923. K. FAJANS und G. JOOS, Zeitschr. f. Phys. **23**, 1. 1924.

2) M. BORN und W. HEISSENBERG, Zeitschr. f. Phys. **23**, 388. 1924.

3) HYLLERAAS, Zeitschr. f. Phys. **36**, 859. 1926; R. J. HAVIGHURST, Journ. of the Americ. chem. soc. **48**, 2113. 1926.

4) Philosoph. mag. **32**, 65 und 505. 1916.

5) Proc. of the roy. soc. of London, Ser. B. **109**, 405. 1925.

6) Americ. journ. of Sc. **11**, 101. 1926; Zeitschr. f. Krystallographie **63**, 507. 1926.

Besteht ein Zusammenhang zwischen der Undurchdringlichkeit materieller Teilchen und dem „Pauli-Verbot"? (Ein Widerruf.)

Paradoxien, auf die ich stieß und auf die mich auch Fachgenossen (insbesondere Dr. FUES, Kopenhagen) wiesen, zeigten mir, daß gerade die zentrale Behauptung meiner unter obigem Titel publizierten Mitteilung (Naturwissenschaften **15**, 161. 1927) *vollständig falsch* ist. Es ist nicht wahr, daß die Undurchdringlichkeit der Moleküle für ihre translatorische Bewegung allein die HEISENBERG-DIRACsche Determinantenlösungen der Wellengleichung zuläßt und alle anderen ausschließt. Vielmehr bleiben für ein (nur gerade nicht eindimensionales) Gas mit Molekülen, deren Radius a sehr klein gegen ihren mittleren Abstand ist — abgesehen von einer geringen Erhöhung der Eigenwerte und einer Deformation in der nächsten Umgebung der „Diagonalräume" — *alle* Eigenlösungen erhalten, die für vollständig durchdringliche Moleküle existierten. (Eine Analogie zur Erläuterung: Die Grundschwingung einer kreisförmigen Membran erfährt durch Fixierung eines Kreises nahe um den Mittelpunkt der Membran außer einer geringen Erhöhung der Tonhöhe nur noch eine Deformation in der nächsten Umgebung des fixierten Kreischens. Siehe auch RIEMANN-WEBER II, S. 272; F. POCKELS, Part. Differentialgl. S. 220.)

Gilt also das PAULI-Verbot für die translatorische Bewegung von fast punktförmigen Molekülen eines Gases, so kann eine solche *wunderbare* Bindung auch wellenmechanisch nicht so einfach begründet werden, als es mein Fehlschluß es mich glauben machte.

Leider wird durch obigen Widerruf auch eine Note über das „EINSTEINsche Mischungsparadoxon", die demnächst in der Zeitschr. f. Phys. erscheinen wird, weitgehend mit betroffen.

Leiden, den 1. März 1927.

P. EHRENFEST.

Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin.

Am 8. Januar 1927 schilderte Dr. N. CREUTZBURG (Münster) an der Hand schöner Lichtbilder auf Grund zweier Reisen von April bis September 1925 und März bis Mai 1926 **Leben und Landschaft auf der Insel Kreta.** Kreta ist der Schauplatz der ältesten Sagen des mediterranen Kulturkreises, ein uralter Kulturboden, der zu Anfang des 3. Jahrtausends vor Christi Geburt in das Licht der Geschichte rückt. In jener sagenhaften Zeit herrschte hier der berühmte König Minos, dessen Regierungsweisheit und Gesetzgebung sich des höchsten Lobes erfreute.

Geographisch gehört Kreta noch heute zu den unbekanntesten Gebieten der Mittelmeerregion, trotzdem man überall völlig sicher reisen kann und der Vortragende niemals eine schlechte Erfahrung mit der Bevölkerung machte, deren deutschfreundliche Einstellung er hervorhebt. Allerdings bietet eine Durchforschung der Insel insofern Schwierigkeiten, als sie wegen ihres Gebirgscharakters an und für sich ziemlich unwegsam ist, die Verkehrseinrichtungen noch wenig entwickelt sind und man im Inneren bei dem Mangel an Herbergen auf die Gastfreundschaft der Bewohner und der Klöster angewiesen ist, die aber stets gern und in beispiellosem Maß geboten wird. Das vorhandene Landkartenmaterial ist schlecht, die englischen Seekarten sind in der Darstellung des Inneren ganz unzuverlässig, so daß die topographische Grundlage für das Beobachtungsmaterial vielfach erst durch eigene Arbeit geschaffen werden mußte.

Kreta ist eine Fortsetzung jener dinarisch-griechischen Gebirgssysteme, die in 3 Zonen, die Westgriechische, die Lakonische und die Ostgriechische Zone gegliedert, in der südosteuropäischen Halbinsel südwärts ziehen und an der peloponnesischen Süd- bzw. Südostküste unter das Meer versinken. Der Vortragende wies nach, daß der größte Teil von Kreta der mittleren dieser Zonen, der Lakonischen angehört, deren Faltenketten aber hier bereits in die West-Ostrichtung eingeschwenkt sind. Nur die äußerste Südwestecke Kretas gehört zum Westgriechischen System, und zwar finden sich hier Südost streichend die hornsteinführenden hellen Plattenkalke der sog. Olouos-Pindosfacies, deren Fortsetzung in der kleinen Insel Gavdos noch einmal aus dem Lybischen Meere südlich von Kreta auftaucht. Schichten der gleichen Facies sind von PHILIPPSON in Kleinasien, und zwar dem südlichen Karien gefunden worden.

Seine heutige Gestalt verdankt Kreta im wesentlichen tektonischen Vorgängen. Absenkungen an Brüchen haben die lange Kontur der Insel herausgeschnitten und auch die Hauptzüge des Reliefs geschaffen, in dem sich 4 Gebirgsstöcke von massigen Kalken auf Sockeln von weicheren Schiefern herausheben: 1. die Weißen Berge im Westen, 2. das Psiloritis-Massiv mit dem höchsten Berg der Insel, dem fast 2500 m hohen Ida-Gipfel, 3. das Lasithi-Gebirge, 4. das Massiv des Afendis Kavusi in Sitia, Massive die nach Osten zu an Höhe und Ausdehnung abnehmen, wie auch die Faltungsintensität im allgemeinen im Osten schwächer wird.

Die Weißen Berge sinken im Norden wie im Süden stufenartig gegen ein Mittelgebirgsvorland, bzw. gegen die Südküste ab und weisen in ihrem Gipfelmassiv einen höchst eigenartigen Landschaftstypus auf, ein Gewirr öder Berge ohne Talzüge einheitlichen Gefälles, teils aus nacktem, glatten Fels bestehend, teils mit Schutt übersät und vielfach mit Karstformen aller Größenklassen, Dolinen, Höhlen, Karren und Rinnen bedeckt. Dagegen fanden sich keine Glazialspuren, vor allem keine einwandfreien Kare.

Das Psiloritis-Massiv, ist ebenfalls vielfach zerbrochen und in Teilschollen aufgelöst. Der Vortragende konnte Bruchstufen von mehreren hundert Metern Höhe, aber auch bruchlose Verbiegungen am Rande des Massivs an der Lagerung der jungtertiären (neogenen) Schichten nachweisen. Der Ida-Gipfel wird von einer kleinen Kapelle gekrönt.

Die Südküste bildet den steilsten, wildesten und siedlungsärmsten Teil der Insel. Sie ist erst in geologisch junger Zeit durch Brüche geschaffen worden, und an diese Bruchbildung knüpfte sich eine intensive Neubelebung der Erosion, die in der Ausbildung von engen Klammen und von Schluchten mit teilweise bis zu 1000 m hohen Steilwänden zum Ausdruck kommt.

Die Eigenart der Oberflächenformen ist zum Teil auch klimatisch bedingt. Sie ist nicht unbeeinflußt durch die Heftigkeit der winterlichen Niederschläge, die sich auf die Monate November bis März zusammendrängen, während von April bis September nur selten ein Wölkchen am Himmel zu sehen ist. Die sommerliche Insolation verursacht hohe Luftwärme, und Temperaturen von 30—35° sind normal.

Das Überwiegen der Nordwinde wird stellenweise durch die Windformen der Vegetation, z. B. horizontal südwärts gekrümmte Steineichen vor Augen geführt.

Auch festgebaute Windmühlen, die nur für Nordwinde eingerichtet sind, beweisen die Beständigkeit dieser Windrichtung. In den Weißen Bergen fallen die Niederschläge fast nur als Schnee.

Morphologische Einzelheiten, wie bestimmte talartige Formen im Gipfelmassiv der Weißen Berge und jung zerschnittene verfestigte Schotter, die auf Wechsel von Erosion und Akkumulation hindeuten, lassen auf eine Klimaänderung in jüngster geologischer Vergangenheit schließen, die wahrscheinlich mit der diluvialen Eiszeit in Zusammenhang stehen dürfte.

Kreta ist das älteste und schicksalsreichste Kulturland des Mittelmeergebietes. Die Spuren der menschlichen Tätigkeit sind teilweise negativ (Verwüstung des Waldes und Ersatz durch die Vegetationsformen der sog. griechischen Phrygana auf durchlässigem, der Macchien auf undurchlässigem Boden), teils positiv (Anlage von Ölbaumpflanzungen und anderen Kulturen).

Ein Charakterbaum der Insel ist die wilde Zypresse, oft von knorrigem, an alpine Latschen erinnernden Wuchs, deren Bestände z. B. als ein Gürtel das Massiv der Weißen Berge umziehen.

Im Gebirge hat die Bodenkultur einen oasenhaften Charakter. Man findet hier in den bewässerten Kulturoasen Pappeln, Platanen, Granatapfelbäume usw. Das Tiefland erlaubt extensive Kultur von Ölbäumen, Wein, Obst.

Im großen und ganzen ist das Land fruchtbar und stand daher seit alten Zeiten im Brennpunkt des Interesses der östlichen Mittelmeervölker. Noch heute findet man Ruinen von Palastanlagen des Königs Minos, die in engster Anpassung an das Klima auf die Schaffung möglichst kühler Räume zugeschnitten waren. Später verdrängen fremde Eroberer die minoische Kultur und begründen Siedlungen auf mauergeschützten Bergfestungen, z. B. Aptera in Westkreta. Aus dem Mittelalter stammen die Ruinen byzantinischer Kathedralen und Kapellen. Vom 13. Jahrhundert an macht sich die Herrschaft Venedigs in Kastellen, sowie in soliden, dabei aber doch zierlichen Brückenbauten und Häusern mit den charakteristischen Verzierungen bemerkbar. Der Glanz und Reichtum der Venezianerzeit kommt heute noch an den Ruinen zum Ausdruck. Gegen die Kulturformen jener Zeit erscheinen die gegenwärtigen dürftig und rückständig. Die türkische Eroberung im 17. Jahrhundert bedeutete den Beginn eines Verfalls, und die Bauten von Moscheen und Minaretts verleihen den Orten vielfach ein orientalisches Gepräge, das auch jetzt vorherrscht.

Die ländlichen Siedelungen bilden teils geschlossene Dörfer, teils Gruppen einzelner, getrennter Dorfteile. Von den größeren Städten der Insel weist die westliche Stadt, Canea, noch alte, zum Teil orientalische Züge auf, während die östliche, Candia, schon europäisiert ist und daher etwas nüchtern wirkt.

Die Bevölkerung gehört keiner einheitlichen Rasse an. Die Urbevölkerung der minoischen Kultur hat sich mit anderen Elementen vermischt. An der Südküste zeigen sich sarazenische Einflüsse. In den Gebirgen des Westens ist der Typus der alten Dorer noch ziemlich rein erhalten. Hier herrschen noch verhältnismäßig rauhe Sitten. Viehdiebstähle sind an der Tagesordnung, und die Blutrache ist nicht auszurotten.

Aber der Fremde, der gewissermaßen als sakrosankt gilt, ist auch hier völlig sicher. Die sog. Türken sind keine Osmanen, sondern Kreter mohammedanischen Glaubens. Man hat sie neuerdings evakuiert und durch kleinasiatische Griechen ersetzt, deren Verpflanzung ein bis dahin unbekanntes proletarisches Element nach Kreta gebracht hat, so daß die Lebensverhältnisse dort gegenwärtig starken Veränderungen unterliegen.

In der Fachsitzung am 17. Januar 1927 gab Dr. C. Rathjens (Hamburg) einen Bericht über eine **Reise zu den Troglodyten des tripolitanischen Djebels.**

Die alte türkische Kolonie Tripolitanien wurde 1911 von Italien okkupiert. Das heutige Libia Italiana besteht aus dem westlichen Teil Tripolitanien mit der Hauptstadt Tripolis und dem östlichen Cirenaica mit der Hauptstadt Benghasi. Die Seele des Widerstandes der Eingeborenen gegen die Italiener ist die mohammedanische Brüderschaft der Senussi, welche noch heute die oft durch Durststrecken von 6—7 Tagen voneinander getrennten Oasen des Inneren beherrschen. Während des Weltkrieges war die italienische Herrschaft auf wenige Küstenoasen beschränkt, und deutsche Unterseeboote konnten an der Küste mit den Arabern in Verbindung treten. Erst der Faschismus begann 1923 eine Wiedereroberung. Im Mai 1923 wurde der Djebel besetzt, bis Oktober 1923 die erste Reihe der inneren Oasen, 1924 Ghadames, und im Januar 1926 stießen die Italiener im Osten bis Djarabub vor, eine Linie, die sie auch gegenwärtig noch halten.

Tripolitanien ist ein Teil jener Wüstentafel, der auch die Sahara angehört. Die horizontal gelagerten Schichten der Kreideformation zeigen ausgeprägte Bruchränder. Im tunesisch-tripolitanischen Grenzgebiet ist dem Bruchrand des Djebel, der 500 m über die Umgebung und bis zu 800 m absoluter Höhe aufragt, eine Ebene, die Djefara, vorgelagert, die sich bis zum Meere erstreckt. Klimatisch ist das Gebiet durch den Übergang vom mediterranen zum Wüstenklima charakterisiert, mit Sommerdürre und Winterregen, die am Djebel selbst wegen des Emporsteigens der feuchten, vom Meere kommenden Luft, ergiebig sind. Hinter dem Djebel dagegen reicht der Niederschlag nur zur Steppenvegetation aus, weiter südlich folgt dann die Wüste. Das anstehende Gestein ist mit einer, stellenweise bis zu 50 m mächtigen Decke von feinem bis sandigem Löß überlagert, der das Wasser wie ein Schwamm festhält und in den Oasen der Djefara und des Djebel den Anbau von Gerste, Ölbäumen, Feigenbäumen usw. ohne künstliche Bewässerung ermöglicht. Es gibt drei Reihen solcher Oasen: 1. an der Meeresküste, 2. am Fuß des Djebel, 3. auf dem Djebel selbst.

Die ursprüngliche Berberbevölkerung hat sich meist in unzugängliche Gebiete zurückgezogen, während die Araber seit dem 8. und namentlich dem 11. Jahrhundert jetzt überall teils ansässig sind, teils nomadisieren. Auch Juden und Neger spielen als Bevölkerungselemente eine bedeutende Rolle.

Die Küsten der Großen und der Kleinen Syrte waren im Altertum hochkultiviertes Land. Die Verwahrlosung ist nicht durch eine Klimaänderung, sondern durch die Mißwirtschaft verursacht, welche nach der Eroberung durch die Araber, vor allem seit dem 11. Jahrhundert, eingesetzt hat. Deshalb ließen sich auch die früheren blühenden Verhältnisse ohne große Mühe wiederherstellen, wenn eine arbeitsame Bevölkerung vorhanden wäre. Tripolis liegt an der steil zum Meere abfallenden Küste. Die Stadt an einer kleinen Bucht mit vorgelagerten Klippen ist eine der orientalischsten des Mittelmeeres. Sie beherbergt in ihren einzelnen Vierteln die verschiedensten Völkerschaften, Araber, Fezzaner, Malteser, Sudanesen usw. Die etwa 17 000 Juden gehören zu den wohlhabendsten Einwohnern; sie sind oft Millionäre. An die Stadt schließt sich die 5 km breite und 25 km lange, in einzelne Felder geteilte, von Mauern umgebene Oase an, in welcher Getreide und Gemüse, Feigen, Mandeln,

Kirschen, Datteln und andere Früchte angebaut werden. Das Wasser wird aus den Brunnen mit Schöpfwerken emporgehoben, die von Ochsen oder Kamelen in Gang gehalten werden.

Jenseits der Oase folgt ein 30 km breiter Gürtel von 20—30 m hohen Wanderdünen, die man sich bemüht durch Anpflanzung mit Gräsern und Rhizinus festzulegen. Der Wasserhorizont liegt hier 12—25 m tief. Bei Homs hat man neuerdings die Ruinen von Leptis magna ausgegraben. Ursprünglich eine phönikische Stadt, wurde sie später der wichtigste Hafenplatz der Römer an der afrikanischen Küste. Herrlich erhalten und mit schönen Statuen geschmückt sind besonders die Thermen.

Hinter dem Dünengürtel folgt die Lößsteppe, welche im Frühling durch ihre Blumenpracht das Auge entzückt. Die nomadisierenden Beduinen wohnen hier in Zelten aus grobem Stoff; für Europäer sind diese jedoch unbenutzbar, da sie von Flöhen wimmeln.

Etwa 20 km vor dem Rande des Djebel treten höchst merkwürdige kleine Inselberge auf, welche aus Triasschichten bestehen, also älter sind als der Bruchrand des Djebel. Außerdem finden sich spitze Phonolithkegel, die als vulkanische Intrusionen gedeutet werden müssen, welche von der Erosion bloßgelegt wurden. Ihr Gipfel trägt meist ein Marabutgrab. Auch sonst kommen derartige Heiligengräber häufig vor.

Der Aufstieg zum Djebelrand ist sehr steil. Oben findet man eine in der Einebnung begriffene Berglandschaft mit reicher Vegetation in den Tälern. Der Löß füllt alle Mulden des Geländes aus, auch auf der Höhe des Djebels. Er verdankt seine Verbreitung wohl namentlich dem heißen Südwind (Samum oder Gibli) aus der Sahara, der die Luft oft so stark mit Staub erfüllt, daß man nur wenige Meter weit sehen kann.

Höchst eigentümlich ist die Troglodytenstadt von Gharian, die ganz aus Schachthöhlen besteht. Ein 7 m tiefer breiter Schacht führt in die Tiefe der Wohnhöhle hinab und bildet unten eine Art Hof, von dem aus nach den Seiten etwa 8 Wohnhöhlen abzweigen. In der Mitte des Hofes, zu dem ein unterirdischer Gang schräg hinabführt, befindet sich der Düngerhaufen. Diese Höhlenwohnungen, die in eine Schicht von Kalkkonkretionen unter dem Löß hineingebaut sind, in der Form rechteckig mit einem Tonnengewölbe, geben im Sommer kühle, im Winter warme Wohnräume ab. Bei den Juden ist der untere Teil der Höhle mit Kalk geweißt.

Diese Wohnhöhlen sind auf einen Landstrich beschränkt, der sich von Südtunesien bis nach Gharian hinzieht. Sie sind offenbar aus den Ghorfas entstanden, oberirdischen Bauten in Form von Tonnengewölben, die dann allmählich in immer tieferen Lagen und schließlich unter der Erde erbaut werden. Dieselbe Hausform findet sich auch in größeren oberirdischen Bauten, wo die einzelnen Tonnengewölbe wabenartig neben- und übereinander angelegt werden.

Unter den Kulturpflanzen spielt neben Bohnen und Gerste die Olive eine wichtige Rolle. Das Öl wird aus den Oliven in recht primitiver Weise durch das Gewicht von Felsblöcken herausgepreßt. Gerstenmehlbrei mit Olivenöl bildet das Hauptnahrungsmittel. Das Halfagras der Steppe dient zur Papierfabrikation. Es wird in großen Kamellasten nach Homs geschafft.

Im Westen schneidet das Diebelplateau ein 200 bis 250 m tiefer Grabenbruch, an dessen Rand herrliche Quelloasen vorkommen.

Die Hauptsiedelung des westlichen Djebel ist das von reinen Berbern bewohnte Djefren. An einer steilen Feldwand fristeten arabische Höhlenbewohner von primitivster Kultur ihr Dasein, bei denen an Geräten nur Kupferkessel und die üblichen Öllampen gefunden wurden. Im allgemeinen sind die äußeren Erscheinungsformen der Berber und Araber sehr ähnliche, nur die Sprachen sind verschieden.

Die Kolonie bedeutet für Italien eine finanzielle Belastung, denn im Jahre 1925 war der Wert des Exportes 4 Millionen Reichsmark, der des Importes 33 Millionen. 1924/25 betrugen die Einnahmen 15, die Ausgaben 63 Millionen Reichsmark. Das Defizit von 48 Millionen ist also größer als der Gesamthandel. Der fanatische Haß der Eingeborenen gegen die Italiener verbietet eine Besiedelung durch Kleinsiedler. Für Großsiedelungen aber fehlen die nötigen Arbeiter.

O. B.

Besprechungen.

PIA, JULIUS, **Pflanzen als Gesteinsbildner.** Berlin: Gebr. Borntraeger 1926. VIII, 355 S. und 166 Abb. 18 × 26 cm. Preis RM 19.50.

Der durch seine grundlegenden Arbeiten über fossile Algen bekannte Verfasser hat sich in dem vorliegendem Buche der mühsamen Aufgabe unterzogen, das bis jetzt über die Gesteinsbildung der Pflanzen Bekannte zusammenzustellen.

Von den Schwefel- und Eisenbakterien bis zu den torfbildenden Sproßpflanzen werden alle in Frage kommenden Pflanzengruppen in der Reihenfolge des Systems vorgeführt. Bei jeder wird der Bau und die Lebensweise der wichtigeren rezenten und fossilen Formen besprochen und dann auf die Vorgänge bei der Entstehung der Gesteine und die Gesteine selbst eingegangen. Eine große Anzahl guter Abbildungen erläutert das Gesagte. Hervorzuheben ist die eingehende Behandlung der niederen Pflanzengruppen (z. B. der Coccolithophoren). Der Kohle ist wegen der großen Zahl der an ihrer Bildung beteiligten Pflanzen ein besonderes, in diesem Fall vom Gestein ausgehendes, umfangreiches Kapitel gewidmet. Die Frage der technischen Verwendung und wirtschaftlichen Bedeutung wird dabei entsprechend gewürdigt. Zahlreiche Hinweise auf die wichtigsten Quellen vervollständigen die Darstellung.

Bei der naturgemäß sehr starken Zersplitterung der einschlägigen Literatur, die hier zum ersten Male zusammengefaßt ist, wird sich das Buch für Geologen und Botaniker zur Orientierung über Einzelheiten von großem Nutzen erweisen. Die Darstellung ist so gehalten, daß sie auch für den naturwissenschaftlich gebildeten Laien leicht faßbar ist, was das Buch für einen weiteren Leserkreis, besonders aber zur Einführung für den Studierenden, sehr brauchbar macht.

R. MANSFELD, Berlin-Dahlem.

WALTER, HEINRICH, **Die Anpassungen der Pflanzen an Wassermangel. Das Xerophytenproblem in kausalphysiologischer Betrachtung.** Naturwissenschaft und Landwirtschaft. Freising-München: H. G. Datterer & Cie. 1926. 115 S. und 6 Abbild. 16 × 24 cm. Preis RM 8.—.

Im vorhergehenden Band dieser Zeitschrift wurde über eine frühere Abhandlung von WALTER über den Wasserhaushalt der Pflanzen (Naturwissenschaft und Landwirtschaft 1925, H. 6) berichtet. Während dort die rein physiologische Seite der Frage im Vordergrund stand, behandelt WALTER diesmal besonders die öko-

logischen Gesichtspunkte, d. h. die Beziehungen zwischen dem Wasserhaushalt und den verschiedenen Umweltsfaktoren. Über diesen Gegenstand ist ja in der Literatur ungemein viel geschrieben worden; bei den älteren Arbeiten wurde indessen der Schwerpunkt zumeist auf die teleologischen Gesichtspunkte gelegt. Zu einer exakt kausal-physiologischen Behandlung fehlte vielfach noch die Grundlage. Trotzdem war diese ältere Einstellung, wie WALTER mit Recht betont, von großem heuristischem Wert. In neuerer Zeit hat sich die Arbeit mehr und mehr der experimentellen Inangriffnahme ökologischer Probleme zugewandt, und gerade in den allerletzten Jahren hat sich die Literatur derart gehäuft, daß eine Zusammenfassung und Sichtung des Materials ein dringendes Erfordernis ist. Dazu trägt in kleinerem Rahmen das Bändchen von WALTER bei, das sich in erster Linie auf das Xerophytenproblem beschränkt. Dabei ist es in hohem Maße zu begrüßen, daß WALTER sehr weitgehend auch die russische Literatur heranzieht, die den meisten Lesern unzugänglich ist und eine große Fülle einschlägiger Daten liefert. Verf. beschränkt sich in seiner Broschüre nicht nur darauf, das zusammengetragene Einzelmaterial zu registrieren, vielmehr gibt er gleichzeitig eine kritische Bewertung, weist auf bestehende Lücken hin und wendet sich in einem einleitenden Kapitel auch der naturphilosophischen Seite des Problemes zu, der Berechtigung teleologischer und kausaler Betrachtungsweise und der Frage der direkten und indirekten Anpassung. In vorteilhafter Weise zeichnet sich seine Darstellung von der oft so stark hervortretenden Einseitigkeit in diesen, das Weltanschauliche berührenden Dingen aus, und es werden auch neue Gesichtspunkte in die Diskussion getragen. Sowohl hinsichtlich der Zulässigkeit der teleologischen Betrachtung, wie auch hinsichtlich der direkten Anpassung und der Vererbung erworbener Eigenschaften gelangt WALTER zu einer freilich bedingten Anerkennung, indessen sei hier hinsichtlich der Einzelheiten auf die Broschüre selbst verwiesen. P. STARK, Breslau.

UNGERER, E., **Die Regulationen der Pflanzen.** Ein System der Ganzheitbezogenen Vorgänge bei den Pflanzen. 2. Auflage. (Monographien aus dem Gesamtgebiet der Physiologie der Pflanzen und der Tiere. Band 10.) Berlin: Julius Springer 1926. XXIV, 363 S. 14 × 22 cm. Preis geh. RM 22.80, geb. RM 24.—.

Die theoretischen Untersuchungen UNGERERS haben nach ihrem Ersterscheinen im Jahre 1919 nunmehr eine zweite und stark vermehrte Auflage erfahren. Prinzipiell ist die Einstellung des Verf. die gleiche geblieben, obwohl sich auch hierin gegenüber der ersten Auflage manche Änderung geltend macht. Die starke Vermehrung des Umfanges der Schrift ist im wesentlichen bedingt durch den enormen Zuwachs des Tatsachenmaterials, welches der Verf. verarbeitet. Ein Schüler von HANS DRIESCH, hat er den Versuch unternommen, ein Parallelwerk zu schaffen zu dem bisher vor allem die zoologische Seite umfassenden *System der organischen Regulationen*, welche das ausgedehnte Gebiet der Vorgänge an der Pflanze behandelt. So ergab sich die Aufgabe, „die grundsätzliche Berechtigung der teleologischen Betrachtungsweise und ihre Grenzen darzulegen und sie auf das gesamte Tatsachengebiet der wissenschaftlichen Botanik systematisch anzuwenden". Die Berechtigung der teleologischen Begriffsbildung in der Biologie ist schon von DRIESCH eingehend dargelegt worden. Nach seinen philosophischen Untersuchungen ist der Grundbegriff der Teleologie im Bereiche des Lebens nicht der Zweck als solcher, sondern die Individualität, die Ganzheit. Nach UNGERER können Vorgänge, welche die Ganzheit eines Organismus zu erhalten imstande sind, wohl als zweckmäßig erscheinen. „Nicht Zwecke gibt es in der organischen Naturwissenschaft, sondern nur einen ‚Zweck', nämlich Bewahrung der Ganzheit eines Dinges im Werden" und „teleologische Betrachtungsweise der Naturwissenschaft in diesem neuen Sinne heißt also einfach: Feststellung, ob einem Vorgang der Charakter des Erhaltungsmäßigen, des Ganzheiterhaltenden zukommt". Mit der Aufstellung des Begriffes der Ganzheit und ihrer Erhaltung im Verlaufe des organischen Geschehens ist aber der Standpunkt als *Vitalismus* gekennzeichnet. Mit seiner Anerkennung oder Ablehnung steht oder fällt daher das Gebäude, welches der Verf. aufrichtet. Es kann natürlich nicht im Sinne eines Referates an dieser Stelle liegen, das Für und Wider des Vitalismus zu erörtern. Das ist ja auch zur Genüge in der Literatur erfolgt.

Unter dem Gesichtspunkt der Ganzheitserhaltung sucht der Verf. nun in die Fülle der Vorgänge, welche vom Pflanzenkörper in dieser Hinsicht bekannt geworden sind, System zu bringen. Ordnung zu schaffen ist ja die Tendenz des Buches. Das Ordnungssystem stützt sich auf die beiden Grundbegriffe *Harmonie* und *Regulation*, welche schon von DRIESCH aufgestellt wurden. Eine Harmonie wird das einzelne ganzheitbezogene Geschehen genannt, welches unter den sogenannten „normalen" äußeren und inneren Bedingungen im Sinne von KLEBS verläuft. Läuft ein solches Geschehen am Organismus aber ab auf Grund von Störungen, so wird dieses eine Regulation genannt. Zu diesen beiden Begriffen kommen noch einige weitere von untergeordneter Bedeutung. Unter den Harmonien behandelt der Verf. zum Teil nach dem Vorgange von DRIESCH die Formharmonien, Funktionsharmonien und Bewegungsharmonien. Die Regulationen sind unterteilt in Formregulationen oder Restitutionen, Funktionsregulationen oder Anpassungen und endlich in Bewegungsregulationen.

Auch wenn man den philosophischen Standpunkt des Verf. nicht teilt, so wird man doch aus der sehr umfangreichen Zusammenstellung des Tatsachenmaterials und seiner ordnenden Verarbeitung zweifellos vielseitigen Nutzen ziehen können.
A. TH. CZAJA, Berlin-Dahlem.

LORCH, W., **Die Torf- und Lebermoose.** BRAUSE †, G., neu bearbeitet von H. ANDRES, **Die Farnpflanzen.** (Kryptogamenflora für Anfänger Band 6.) Zweite, verbesserte und stark vermehrte Auflage. Berlin: Julius Springer 1926. 356 S. und 371 Abbildungen. Preis geb. RM 21.—.

Das Buch bildet den sechsten Band der von GUSTAV LINDAU begründeten und von R. PILGER fortgesetzten „Kryptogamenflora für Anfänger". In der neuen Auflage sind hinsichtlich der Lebermoose nunmehr alle 279 „guten" Arten Deutschlands, Deutsch-Österreichs (im Umfange von 1914) und der deutschen Schweiz aufgenommen worden. Es fehlen nur „verschwindend wenige Spezies", nämlich sehr kritische und ganz besonders seltene. Wohl aber findet man z. B. Arnellia fennica, Diplophyllum ovatum usw., so daß das Buch für die Zwecke des Anfängers mehr als vollständig ist. Eine weitere Verbesserung besteht in der Angabe der allgemeinen Verbreitung bei den selteneren Arten, die dem Benutzer des Werkes sogleich verrät, was er in seinem Bezirke zu erwarten und was er nicht zu erwarten hat. Die oft recht ausführlichen Beschreibungen wurden nach verschiedenen Richtungen ergänzt. Vielfach trifft man auf Bemerkungen und

Zusätze, die es zeigen, wie es dem Verfasser darauf angekommen war, den Anfänger auch nach der morphologischen und biologischen Seite anzuregen.

Wie das bei Bestimmungstabellen für Anfänger nicht anders möglich ist, stehen die Lebermoose oft nicht in systematischer, sondern teilweise in regelloser Folge im Text. Um so begrüßenswerter ist es, daß die neue Auflage auch eine systematische Übersicht der Lebermoose bietet, die durch Aufführung aller beschriebenen Arten noch praktischer gestaltet ist. Die Abbildungen sind seitenweise zusammengestellt. Infolge ihrer großen Zahl und schmucklosen Sachlichkeit wird der Anfänger schon beim Durchblättern dieser Zeichnungen mehr oder minder rasch auf das engere Gebiet geleitet werden, in dem er weiter nach dem Namen des Mooses zu suchen hat. Der treffliche allgemeine Teil und der Literaturnachweis seien ebenfalls hervorgehoben.

An der Revision des den Farnpflanzen gewidmeten Teiles haben sich außer dem im Titel Genannten auch die Herren R. Pilger, E. Pritzel und O. Ch. Schmidt beteiligt. Der geringeren Artenzahl und der minder großen Schwierigkeit des Bestimmens entssprechend, werden die Farne in systematischer Reihenfolge beschrieben; sie wird wenigstens durch die eingeschalteten textlichen Hilfsmittel zur Bestimmung nicht wesentlich unterbrochen. Gegenüber der ersten Auflage sind einige Umstellungen von Familien und Abteilungen in modernerem Sinne vorgenommen und die Nomenklatur ist sorgsam behandelt worden. Neu ist eine Übersicht der häufiger beobachteten Mißbildungen. Hinsichtlich der Einleitung und der Abbildungen verdient auch dieser Teil alles Lob.

Daß Bücher über Moose und Farne eine zweite Auflage erleben, ist eine so seltene Erscheinung, daß man sich um so mehr ihrer erfreuen darf. Nunmehr haben aber die beiden Abteilungen des Buches einen solchen Umfang erreicht, daß für die Folge doch eine völlige Trennung zu empfehlen wäre.

L. Loeske, Berlin.

STOPPEL, ROSE, **Pflanzenphysiologische Studien.** Jena: Gustav Fischer 1926. 164 S. Preis RM 7.50.

In gedrängter Übersicht behandelt Verf.'in in der vorliegenden Broschüre eine Reihe von Problemen, die in der letzten Zeit die Pflanzenphysiologie bewegen. Sie stellt es sich dabei nicht zur Aufgabe, die in den Kreis der Betrachtung gezogenen Fragen restlos auszuschöpfen, vielmehr ist nur eine knappe Orientierung geplant, die vor allem den Konnex mit der Tierphysiologie herstellen soll und deshalb besonders die Gesichtspunkte herausarbeitet, wo sich das Gebiet der Pflanzenphysiologie und Tierphysiologie berührt und schneidet. So greift Verf.'in in der Behandlung der Literatur auch verschiedentlich über den Rahmen der Pflanzenphysiologie hinaus. Entsprechend dem gegenwärtigen Stand der Erfahrung bietet sich dabei dem Leser nicht immer die fertige Lösung dar, vielmehr wird mit Absicht allenthalben auf das Fließende unserer Vorstellungen hingewiesen. Im einzelnen bespricht Rose Stoppel Atmung und Gärung, Narkose, Assimilation und Wasserumsatz, Wachstum, Phototropismus und Geotropismus, sowie Reizleitung und Periodizität, wobei Verf.'in bestrebt ist, gerade die mannigfaltige gegenseitige Verknüpfung dieser Teilfunktionen in den Vordergrund zu stellen.

P. Stark, Breslau.

FRIESE, H., **Die Bienen, Wespen, Grab- und Goldwespen.** (Aus der Sammlung Christoph Schröder: Die Insekten Mitteleuropas, insbesondere Deutschlands. Bd. 1: Hymenopteren; 1. Teil.) Stuttgart: Franckhsche Verlagshandlung 1926. VI, 192 S., 107 Abbild. und 8 Tafeln. 17 × 26 cm. Preis geh. RM 8.—, geb. RM 10.—.

Der größte Teil des Buches ist systematischen Inhaltes. Für die häufiger vorkommenden Arten sind aber außer den Bestimmungsschlüsseln auch gute biologische Angaben vorhanden. Der besondere Wert des Buches liegt darin, daß sich Verf. eben nicht allein auf rein systematische Dinge beschränkt hat, sondern daß er einen allgemeinen Teil, den systematischen Schlüsseln vorausschickte, und zwar für jede Familie gesondert. In diesem Teil wird das wichtigste aus der Morphologie und Ökologie behandelt. Unter Hinzufügung von sehr zahlreichen Bildern werden für jede Gruppe bzw. für jede Art die wichtigsten Hinweise für die Lebensgeschichte gegeben. Die Bilder sind zum Teil nach photographischen Aufnahmen hergestellt, zum Teil nach Präparaten gezeichnet. Dieses Durchflechten der systematischen mit biologischen Angaben machen das Buch *besonders geeignet zur Einführung* in das durchaus nicht leichte, aber um so interessantere Gebiet der Hymenopteren-Biologie. Jeder, der sich zunächst orientierend über diese hoch spezialisierte Form unterrichten will, wird beim Zuhandnehmen des F.schen Buches auf seine Kosten kommen. Um sich in die Fülle der Erscheinungen einzuarbeiten, ist es für den Anfänger recht geeignet. Eine ganze Reihe der Bilder sind den bekannten Darstellungen von Fabre entnommen, in dieser Hinsicht hätte man vielleicht etwas sparsamer vorgehen können und dafür eigene Bilder bringen sollen. Die farbigen Bilder der wichtigsten Formen erleichtern das Wiederauffinden wenigstens der Gattung nach. Und wenn jemand, der sich in dieses Gebiet einarbeiten will, bereits bis zu den Gattungen mit Sicherheit vorgedrungen ist, so ist er schon ein großes Stück in der Hymenopterenbiologie vorwärtsgekommen. Die äußere Ausstattung ist, hinsichtlich des Preises, recht zu loben. Ein Schriftenverzeichnis ist angefügt.

Albrecht Hase, Berlin-Dahlem.

SCHMEIL, O., **Lehrbuch der Zoologie für höhere Lehranstalten, die Hand des Lehrers und für alle Freunde der Natur.** 47. Auflage. Leipzig: Quelle & Meyer 1926. XVI, 621 S., 49 farbige und 35 schwarze Tafeln sowie zahlreiche Textbilder. Preis RM 10.—.

In neuem Gewande erscheint das altbewährte Buch — es sind mehr als 25 Jahre seit seinem erstmaligen Erscheinen verflossen. Um den Fortschritten auf den Gebieten der wissenschaftlichen Zoologie und der Methodik des naturkundlichen Unterrichtes gerecht zu werden, sind in sorgfältiger und mühevoller Arbeit alle neueren Forschungsergebnisse, die allgemeineres Interesse beanspruchen konnten, zusammengetragen und zu einem Ganzen verarbeitet worden. Einen weiteren Ausbau hat das Buch durch stärkere Betonung der Entwicklungsgeschichte erhalten. Den leider etwas kurzen Schlußkapiteln über Verbreitung und Abstammung der Tiere könnte vielleicht noch ein kurzer Abschnitt über Vererbung hinzugefügt werden. — Besonderer Dank gebührt sowohl dem Verfasser als auch dem Verlag für das hervorragend schöne Bildermaterial, die Naturphotographien, die bunten Tafeln von Bruns und die Zeichnungen von Wagner. Reichen Gewinn bedeuten Abbildungen wie etwa die Textfigur, die die Tätigkeit der Chromatophoren zeigt, oder die Landkarte, auf der die Zugstraßen der Störche eingetragen sind.

G. Weisshuhn, Berlin.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9 / Verantwortlich für den Anzeigenteil E. Bredow, Potsdam / Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig